

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT AERONAUTIQUE



Mémoire pour l'obtention
du diplôme d'ingénieur d'état en Aéronautique.

Filière: Navigation aérienne.

Spécialité : Opérations Aériennes.

THEME 029/2010
EX2



Automatisation de la Gestion de Trafic Aérien en Algérie

Présenté par :

M^r. Baltache Abdelmadjid

M^r. Belhadia Badreddine

Encadré par: Mr. Boudani. A

ANNEE UNIVERSITAIRE 2009 /2010



ن طريق التحاليل و التنبؤات الأخيرة ' لاحظنا أن التداول الجوي في زيادة مستمرة. حيث أصبح المجال الجوي الجزائري أكثر ازدحاما و هذا ما قد يسبب خطرا على امن و سلامة النقل الجوي المدني. لأجل ذلك وضعت الجزائر كل الوسائل اللازمة لتطوير قدرة المجال الجوي' . من أجل تحقيق ه . كان لا بد من تحديث نظام المراقبة بالرادار و تجديد وسائل الاتصال. حيث قامت بمخطط تطوير و تسيير المجال الجوي الجزائري الذي يطمح إلى تحسين وفرة هته الوسائل بتأسيس آلية للمراقبة الأتوماتيكية بهدف ضمان مستوى عالي من الحماية لا تحسين الحركات الجوية. مذكرتنا تشرح هذه الآلية و انعكاساتها على المجال الجوي الجزائري في الوقت الراهن.

Résumé

D'après les dernières analyses les prévisions du trafic aérien. On constate qu'il y'a une saturation dans l'espace aérien a cause de la progression de la densité de trafic, ce qu'impose des conséquences dangereuses sur la sureté et la sécurité de transport aérien civile en Algérie. Pour cela l'Algérie a disposé tous les moyens pour développée la capacité de son espace aérien pour d'assurer la sécurité de vole civil. Pour atteindre cette objectif on a développé le système de contrôle radar et changé le système de communications en suivant une stratégie qui permet de bien gérer le trafic on introduisant l'automatisation pour assurer le bon fonctionnement des aéronefs et le bon déroulements des vols. Notre étude explique le mécanisme de cette automatisation et ses influences sur l'espace Algérien actuellement.

Summary

According to the last air traffic analyses and previsions , we have fined that there is saturation in Algerian air space, because of trafic over density .that saturation revile a dangerous consequences to the civil air carriage security and safety for avoided this problems Algeria have employed all necessaries means to unproved the capacity of the air space and adopted a new concept; for example, it actualise the RADAR control and restoration of the communication system, without forget the new development design to the trafic management to realize a automatic trafic control for the best level of security and flexibility of air space. Our project describes the automatics mechanisms and here reflexes to the Algerian space .

Je dédie ce travail :

A Mon grand père « **HADJ BELAHOUAL** »
que dieu le tout puissant lui accorde sa sainte miséricorde et l'accueille en son vaste paradis.

A La mémoire de ma grande mère « **HALIMA** ».

A la précieuse source de tendresse, à la voie qui console, à celle qui a veillé sans cesse sur moi
avec ses prières ; à ma fleur de ma vie à ma mère pour sa patience et son soutien.

A celui qui a semé en moi le sens du devoir et de la responsabilité ; à mon père pour son sacrifice
et inquiétude afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A ma grand mère « **OMA** », qu'elle me soutienne avec leur prières et leur recommandations.
A «nana», «khalti» et mon grand père « **Djilali**»

A mon frère « **GHACHAM** » et mes sœurs «**N.S.H.H**».

A mes oncles « **GHAZAL, BOUALAM, ABDELKADER, DJILALI, M'HAMED** » et leurs épouses et mes tantes
et leurs époux, spécialement Mr : **R.GHEZAL** et Mr : **T .Abdelkader** .

Une grande gratitude a mes professeurs 'G .Eldjilali ' et 'H .Sadak ' .
Et une grande gratitude et salutation à « **HADJA HOURIA** ».

A mes cousins « **Amine, Mokhtar, Khaled, Abderrazak, Chihab, Miloude, Mohamed** »
et les bougies : **Abderrahmane, Belahouel, Khadija, Wafaa, Adlan, Malak, Anas, Ismail** et **Hicham**.

A mes amis : **ABDELKADER, Mounir, Seyfelislam, Ahmed29, Houari, Ahmed02, Slimane, Kada, Amine,**
H.Habib, Karim, El hadj, Saïd, Habib, Salah.

A mon binôme **Badro** ainsi que sa famille **Belhadia**

A mes « **proches amies et frères** » et collègues de promotion **2010** et tous les (douiste).

Et finalement à tous ceux dont n'ont pas pu citer.

ABDELMAADJID



Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui m'ont tant donné et ont tant sacrifié,
que dieu les protèges.

A mes chères sœurs (aicha, Kenza, chafia)

A mon frère amie « SALAH MESSAADI ».

A toute la famille: BELHADIA, AKLOUCHE, MESSAADI ...

A mes cousin et cousines, sans exception

A mon binôme MADJID ainsi que sa famille BALTACHE

A tout mes amis.

A toutes les personnes qui ont toujours été présents
pour me donner courage et volonté.

A TOUT L'AVIATION MILITAIRE

B. BADREDDINE

REMERCIEMENT

Merci nos bon dieu pour la force, le courage, la santé et la volonté
que nous avons eu pour achever se travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur

Mr BOUDANI.A

pour nous laisser une grande liberté dans notre travail
tout en nos faisant bénéficier de ses connaissances dans le domaine
de navigation aérienne et nous le présente nos vifs remerciements pour
l'encadrement, l'aide, et l'orientation .

Tous mes remerciements à mon Co-promoteur

Mr DJOUAMA.A

pour l'aide.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à ma sœur

M^{lle}« BALTACHE.S » pour l'aide.

Nous tenons à remercier aussi :

→ Les membres de jury « Mr LAGHA, M^{lle} BENKHADA et M^{me} SASI qui
me font l'honneur de juger ce travail.

→ Tous les enseignants du département aéronautique de Blida.

→ Tout le personnel de l'ENNA pour l'intérêt qu'ils m'on accordés.

Baltache Abdelmadjid

Belhadia Badreddine

Table des matières

INTRODUCTION	1
---------------------------	---

CHAPITRE1 : Présentation Générale de l'ENNA

I.1 L'Etablissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A).....	2
I.2 Les missions de l'ENNA.....	3
I.3 Principaux projets de l'ENNA.....	3

CHAPITRE2 : L'organisation de L'espace aérien Algérien

II .1 Généralités sur les espaces aériens.....	10
II.2 Situation actuelle de l'espace aérien Algérie.....	13
II.3 Classification des Espaces Aériens (d'après l'AIP).....	14
II.4 Division verticale de l'espace aérien.....	16
II.5 Zones a statut particulier.....	20
II.5.1 Description de la zone.....	20
II.5.2 Classification de la zone.....	20
II.6 Présentation de la sectorisation actuelle.....	22

CHAPITRE3 : Gestion du Trafic Aérien

III.1 Gestion du trafic aérien.....	24
III.2 Dépassement de charge du trafic :.....	25
III.3 Synchronisation temps-réel de trafic.....	25

Table des matières

III.4 Gestion des courants de trafic aérien.....	25
III.4.1 Qu'est ce que l'ATFM.....	25
III.4.2 Objectifs.....	26
III.4.3 Problématique.....	26
III.4.4 Procédures de gestion des courants de trafic	27
III.4.4.1 Planification stratégique.....	27
III .4 .4.2 Planification pré tactique.....	28
III .4 .4.3 Opérations tactiques.....	28
III .5 Gestion d e l'espace aérien (ASM).....	28
III.6 La régulation de débit du trafic aérien.....	29
III.6.1 Notion de régulation.....	29
III.6.2 Les formes de régulation.....	30
III.6.3 Les messages de régulation.....	31

CHAPITRE4 : Les moyens techniques et les statistiques

IV.1 Concept CNS (Communication - Navigation – Surveillance).....	32
IV.1 .1 Communication.....	32
IV.1 .1.1 Communications Air-Sol	32
IV.1.1.2 Communications terre-terre.....	32
IV.1 .1.3 Télécommunications.....	33
IV.1 .1. 4 Couverture VHF/HF.....	33

Table des matières

IV.1 .1.5 Réseau service fixe de télécommunication aéronautique (R.S.F.T.A).....	34
IV.2 Navigation.....	35
IV.2.1 Aides à la Navigation	36
IV.3 Surveillance.....	37
IV.3.1 Les catégories de surveillance.....	37
IV.3.2 Radar.....	38
IV.3.3 ADS.....	41
VI .4ANALYSE DE TRAFIQUE AERIEN EN ALGERIE.....	44
 CHAPITRE5 : Automatisation des fonctions de la circulation aérienne	
V.1 Traitement des données plan de vol.....	49
V.2 Traitement des données radar	53
V.3 Information aéronautique.....	54
V.4 Supervision de la maintenance.....	57
V.5 Simulation.....	59
V.6 Archivage.....	60
V.7 Coûts économiques	63
 CONCLUSION.....	 64

Listes des figures :

Figure (I, 1) : Centre de contrôle Aérien Alger.....	2
Figure (I. 2) : L'organisation de l'ENNA	4
Figure (I. 3) : Le réseau des aéroports.....	9
Figure (II. 1) : Les Phases du contrôle aérien.....	11
Figure (II. 2) : Organisation de l'espace Aérien.....	13
Figure (II. 3) : Représentation des limites de l'espace aérien algérien.....	14
Figure (II. 4) : division de l'espace inférieur	16
Figure (II. 5) : La division de l'espace supérieur.....	17
Figure (II. 6) : Les voies aériennes(1) et La structure CTA et CTR(2).....	18
Figure (II. 7) : Espace aérien Contrôlé.....	19
Figure (II. 8) : Les Zones à statuts particuliers en Algérie.....	22
Figure (II. 9) : la sectorisation en Algérie.....	23
Figure (IV. 1) : Couverture VHF actuelle.....	34
Figure (IV. 2) : La présentation de la station V-SAT d'Alger.....	35
Figure(IV. 3) : Le centre de communication.....	35
Figure(IV.4): La couverture VHF existe en Algérie.....	36
Figure(IV.5): L'emplacement des Aides de navigation en Algérie.....	37
Figure(IV.6) : Le fonctionnement de radar.....	38
Figure(IV.7): les stations radar existent en Algérie.....	40
Figure (IV. 8) : La couverture radar.....	41
Figure (IV. 9) : L'architecture de l'ADS.....	44
Figure (IV. 10) : L'organigramme de trafic d'aérodrome Algérien.....	45
Figure (IV. 11) : L'organigramme de trafic géré par CCR d'Alger.....	45
Figure (V. 1) : Traitement des données Plan de vol.....	52
Figure (V. 2) : Information aéronautique.....	56
Figure (V. 3) : Supervision de la maintenance.....	58
Figure (V. 4) : Comment fait la simulation.....	59
Figure (V. 5) : Comment fait l'archivage.....	62

Liste des graphes

Graphe(IV.1) : Evolution de vol total en Algérie (2005-2009)	46
Graphe(IV. 2) : La variation des vol en Algérie par catégorie (20052009).....	47

Liste des tableaux

Tableau (II. 1) : Classification des secteurs en Algérie	23
Tableau (IV. 1) : Les cinq stations radar et leur emplacement	40
Tableau (IV. 2) : La variation des vol en Algérie par aéroport (2005-2009)	48

L'Algérie couvre une superficie de 2.381 741 M km², et occupe une position charnière entre l'Europe et l'Afrique subsaharienne. En moyenne 90,000 avions fréquentent annuellement son espace aérien. La nature et l'étendue géographiques, les conditions climatiques, le volume et la complexité du trafic aérien mettent en évidence deux sous-ensembles Nord et Sud. L'étude global de la répartition de trafic aérien indique que :

La partie nord, au climat méditerranéen, la partie nord concentre plus de 60% du trafic aérien. Tel que les principaux aéroports sont situés dans cette sous région ce qui implique que les aéronefs en évolution (arrivée, départ) prédominent. Dans cette partie les moyens de communications, de navigation et de surveillance sont généralement, au niveau requis et en tous cas. Toutefois des insuffisances subsistent notamment dans la fonction « télécommunications » et ce malgré les efforts remarquables déployés pour l'améliorer. Grâce aux plans de développement rendus, il est permis d'avancer que cette partie Nord disposera, dans moyen terme, d'une couverture radar complète avec automatisation du traitement des données. A terme cette partie disposera donc d'un environnement technique et opérationnel comparable à celui de l'Europe de Sud et nos voisins la Tunisie et le Maroc, ce qui devrait résoudre tous les problèmes d'interface et par corollaire améliorer la fluidité et la sécurité des flux du trafic.

La partie Sud, cette partie outre son immensité géographique est pour une grande partie inhospitalière au sens des définitions aéronautique. Elle se caractérise par une densité de trafic relativement faible mais néanmoins par l'existence de flux de trafic. Dans le domaine des télécommunications (service fixe et mobile) et de radionavigations les moyens mis en œuvre dépassent, dans bien des cas, les niveaux requis par le plan Régional et ce pour tenir compte des exigences du trafic domestique dont le réseau est le plus développé du continent africain. Administrations. Cet aspect constitue un frein à la réalisation d'une couverture VHF complète et performante et par suite à l'extension du service de contrôle à tout l'espace aérien. De plus même Cette étude englobe dans le premier chapitre l'étude de l'espace aérien Algérien avec une présentation générale de tous les moyens de communication, navigation et surveillance.

I.1L'Etablissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A) :

Est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'état, placé sous la tutelle du Ministre des Transports et a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées. Il est chargé en outre du contrôle et du suivi des appareils en vol ainsi que de la sécurité aérienne.



Figure (I, 1) : Centre de contrôle Aérien- Alger

Dans le cadre du développement des projets liés à la navigation aérienne et la participation à des réunions internationales, l'E.N.N.A collabore avec certaines institutions internationales:

- Organisation de l'Aviation Civile Internationale(OACI) ;
- AEFMP: organisation internationale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc ainsi que le Portugal ;
- ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;
- EUROCONTROL:
Organisation européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne ;
- Ministère des transports étrangers ;
- Institut Aéronautique de Blida (IAB) ;
- Ecole Nationale de l'Aviation Civile à Toulouse (ENAC).

I.2 Les missions de l'ENNA :

Ses principales missions sont :

- ✓ Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'État ;
- ✓ Mettre en œuvre la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées ;
- ✓ Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- ✓ Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation aérienne, et l'implantation des aérodromes, aux installations et équipements relevant de sa mission ;
- ✓ Assurer l'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- ✓ Assurer la concentration, diffusion ou retransmission au plan national et international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.

I.3 Principaux projets de l'ENNA :

I.3.1 Projets en cours :

- ❖ Plan de Développement de la Gestion de l'Espace Aérien (PDGEA) ;
- ❖ 29 ILS / DME, 9 VOR / 4 DME ;
- ❖ Centrale électrique et distribution d'énergie (Constantine) ;
- ❖ Blocs techniques et tours de contrôle (Alger, Constantine, Ghardaïa, Oran, Tamanrasset), Blocs technique et SSLI, VRD et Clôture (Boussaâda) ;
- ❖ Radar de surface pour l'aérodrome d'Alger et un Simulateur Route / Approche ;
- ❖ 25 PAPI, 8 Balisages lumineux, 12 Groupes électrogènes et 19 Véhicules SSLI ;
- ❖ Centrales électriques (Biskra, El Oued, Oued Smar) ;
- ❖ Blocs technique et SSLI, VRD et Clôture (Boussaâda) ;
- ❖ Projet d'électrification de la nouvelle aérogare d'Alger ;
- ❖ Avion laboratoire et son hangar à Houari Boumédiène ;

- ❖ Banc d'essai de radionavigation ;
- ❖ Réseaux informatiques et système d'information de l'établissement.

I.3.2 Projets livrés :

- ❖ Tour mobile ;
- ❖ Hangar de maintenance SSLI ;
- ❖ Equipements HF (Alger) et (Tamanrasset) ;
- ❖ Automatisation AIS.

I.4 L'Organisation de l'ENNA:

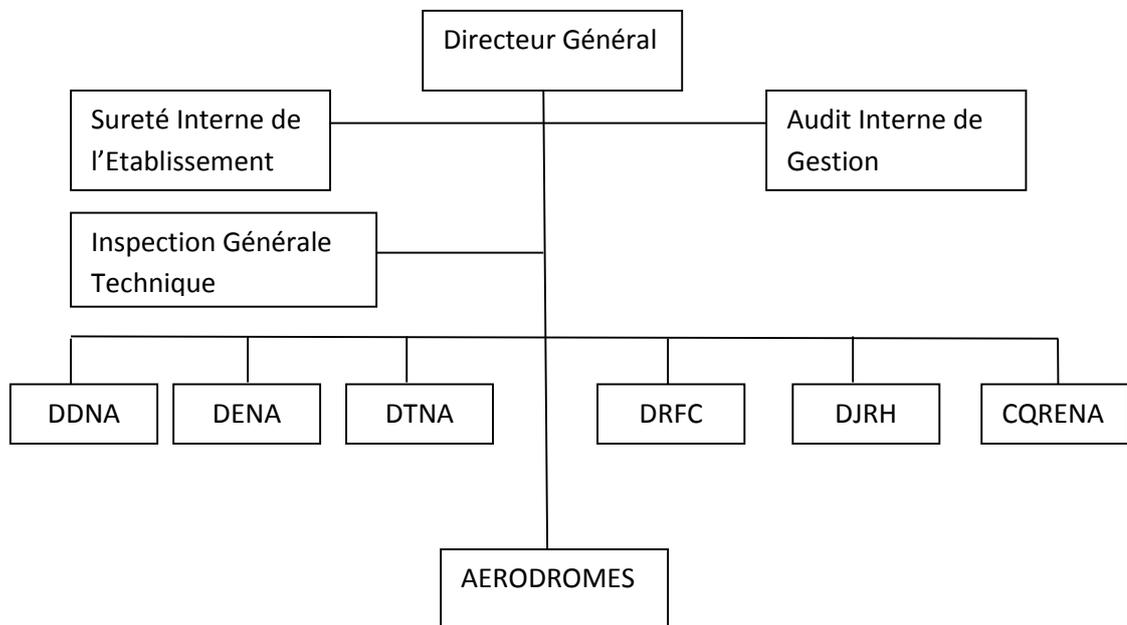


Figure (I. 2) :L'organisation de l'ENNA

- DDNA : Direction de Développement de la Navigation Aérienne.
- DENA : Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne.
- DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne.
- DRFC: Direction des Ressources, Finances et de la Comptabilité.
- DJRH: Direction Juridique et Ressources Humaines.
- CQRENA : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la navigation aérienne.
- AERODROMES: Directions de la sécurité aéronautique :
(25 Aérodrômes nationaux, 11 Aérodrômes internationaux).

L'Établissement National de la Navigation Aérienne est organisé comme suit :

I.4.1 Direction Générale :

L'ENNA est géré par un Directeur Général qui fait rapport au Conseil d'Administration de l'ENNA. Le Conseil d'Administration délibère et statue sur la politique de développement de l'ENNA, les plans annuels et à moyen terme de l'ENNA, le règlement intérieur, la convention collective, le budget de fonctionnement, les bilans et les comptes de résultats, et son organigramme. Les délibérations du Conseil d'Administration sont transmises au Ministère des Transports pour approbation. Le Directeur Général est chargé d'assurer la gestion globale de l'établissement, du personnel, de la passation des marchés, des contrats, conventions et accords, le respect des règlements de sécurité et du règlement intérieur, et de l'ordonnancement des dépenses. Il propose les programmes généraux d'activité ainsi que les projets des plans et des programmes d'investissement. Il est responsable de la préparation des bilans et des comptes de résultats, de l'utilisation des résultats, et des rapports annuels d'activité de l'ENNA ainsi que des projets d'extension des activités de l'établissement à des secteurs nouveaux.

I.4.2 La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne : D.E.N.A :

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (D.E.N.A), a pour mission principale d'assurer la sécurité de l'aviation civile, la régularité des vols et l'utilisation la plus efficace et la plus sûre possible de l'espace aérien algérien. Cette direction gère l'espace aérien qui lui est confié ainsi que les services fixes et mobiles des télécommunications aéronautiques. Elle est constituée de six départements, eux-mêmes composés de différents services.

I.4.2.A Le Département de la Circulation Aérienne :

Le Département de la Circulation Aérienne (D.C.A), est chargé du contrôle et du suivi de l'espace aérien géré par les aérodromes et le Centre de Contrôle Régional d'Alger, ainsi que les études liées au développement de la navigation

aérienne, basé évidemment sur les normes QACI (Organisation de l'AVIATION Civile Internationale). Au sein de ce département on trouve deux services :

Le Service Etude et Développement (S.E.D) qui a pour tâche l'étude des plans de servitudes aéronautique de dégagements de piste, des schémas de la circulation aérienne, la conception des procédures de départ (SID : Standart Instrument Departure) et d'arrivée (STAR : Standart Arrival), d'approche et d'atterrissage, l'étude relative à la création des routes et de navigation de surface et l'exploitation relative aux statistiques du trafic aérien.

Le Service Contrôle et coordination (S.C.C) qui est tenu de maintenir à jour le fichier informatisé concernant l'état de tout les aérodromes sur le territoire national ; d'analyser les anomalies d'exploitations relatives aux incidents, accidents concernant les aéronefs et leurs équipages. Ce service veille à l'application des normes QACI. Il est également chargé d'autres missions relatives à l'exploitation des aérodromes confiés par la D.E.N.A.

I.4.2.B Le Département Système :

Le Département Système (D.S), est chargé de veiller au bon fonctionnement du système informatique, aussi bien le système de gestion automatisé du trafic aérien EUROCAT 2000 que le système de télécommunication (V.C.C.S). il a pour mission de prévenir les pannes et la maintenance du système.il assure la configuration du matériel relatif au système pouvant être utilisé sur le site ou au niveau des zones techniques des aéroports. Ce département est responsable de la salle technique du Centre de Contrôle Régional (C.C.R) ainsi que de tous les équipements relatifs au système de communication (V.C.C.S).

I.4.2.C Le Département Administration et Finances :

Le Département Administration et Finances (D.A.F), est chargé de gérer le personnel d'exploitation et d'assurer le soutien logistique des structures de la DENA en matière d'administration, finance et moyens en général.

I.4.2.D Le Département Technique :

Le Département Technique (D.T), assure la maintenance électronique, c'est-à-dire qu'il veille au bon fonctionnement des fréquences radio. Ce département fournit toute l'énergie nécessaire à l'alimentation de tout le site. En cas de coupure d'électricité, une centrale électrique prend automatiquement en charge l'alimentation du système de telle sorte que le trafic aérien ne soit pas perturbé. Elle assure la relève à tout moment en imposant un minimum de contraintes pour les contrôleurs et autres usagers du site. En cas de panne de la centrale, des onduleurs assurent l'alimentation des équipements les plus importants pour le contrôle de l'espace aérien.

I.4.2.E Le Département Informations Aéronautiques :

Le Département Informations Aéronautiques (D.I.A), est chargé de la collecte, la vérification, la mise en forme et la diffusion de l'information Aéronautique ainsi que de la gestion et la mise à jour de la documentation (comme l'AJP: « Publication d'informations aéronautiques » qui est la publication d'un Etat, ou éditée par décision d'un état, renfermant des informations aéronautiques de caractère durable et essentielles à la navigation aérienne; textes législatifs et réglementation OACI). On y trouve le Bureau NOTAM International (B.N.I), bureau des NOTAM (Avis diffusé par télécommunication et donnant sur l'établissement, l'état ou la modification d'une installation, d'un service, d'une procédure aéronautique, ou d'un danger pour la navigation aérienne, des renseignements qu'il est essentiel de communiquer à temps au personnel chargé des opérations aériennes) ainsi que l'élaboration des cartes Aéronautiques.

I.4.2.F Le Département des Télécommunications Aéronautiques :

Le Département des Télécommunications Aéronautiques (D.T.A), est chargé de la mise en œuvre du plan de développement relatif aux télécommunications aéronautiques (Exploitation du Réseau des Services Fixe des Télécommunications Aéronautiques (RSFTA: service de télécommunications

entre points fixes déterminés, prévu essentiellement pour la sécurité de la navigation aérienne et pour assurer la régularité, l'efficacité et l'économie d'exploitation des services aériens) au Bureau central des Télécommunications (BCT)) .

I.4.3 La Direction Technique de la Navigation Aérienne : D.T.N.A :

La Direction Technique de la Navigation Aérienne (D.T.N.A), prend en charge tous les aspects logistiques. Cette direction est responsable de l'achat et de la maintenance des équipements de tout type, équipements utilisés au sein de l'E.N.N.A, comme les camions, les équipements d'aide à la navigation et à l'atterrissage (ILS) ou encore le mobilier; les équipements nécessaires à la maintenance du système comme les câbles et autres composants. Elle se charge également des moyens techniques comme le matériel informatique, et ce, au niveau national, quelque soit l'emplacement de l'équipement sur le territoire algérien.

I.4.4 Le Centre de Qualification de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne: C.Q.R.E.N.A :

Le Centre de Qualification de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne (C.Q.R.E.N.A), est un centre de formation où à tout moment on forme les contrôleurs route et approche. Il est doté de laboratoires et de simulateurs extrêmement performants pour la formation des contrôleurs radars. Il propose des stages à ces derniers leurs permettant de passer les différentes qualifications nécessaires pour le contrôle de tous les différents secteurs de l'espace aérien algérien. Dans ce centre, on teste aussi tous les projets de recherche en terme de nouvelles technologies et de nouvelles procédures d'approche. Toute étude doit être validée par des ingénieurs du CQRENA avant de pouvoir être appliquée. Le C.Q.R.E.N.A est équipé de simulateurs route et tour très performants. Le simulateur tour est fourni par la société Sofréavia.

I.4.5 La Direction du Développement de la Navigation Aérienne: D.D.N.A :

N'ayant pas eu d'informations sur cette direction, il m'est impossible de relater ses attributs et missions.

I.4.6 DJRH :

Élabore et supervise la mise en œuvre des politiques juridique et des ressources humaines

I.4.7 Réseau des Aéroports :

L'ENNA fournit des services de trafic aérien et met en place et assure la maintenance des installations et des équipements du trafic aérien et de la navigation aérienne au niveau de trente six aéroports Algériens.

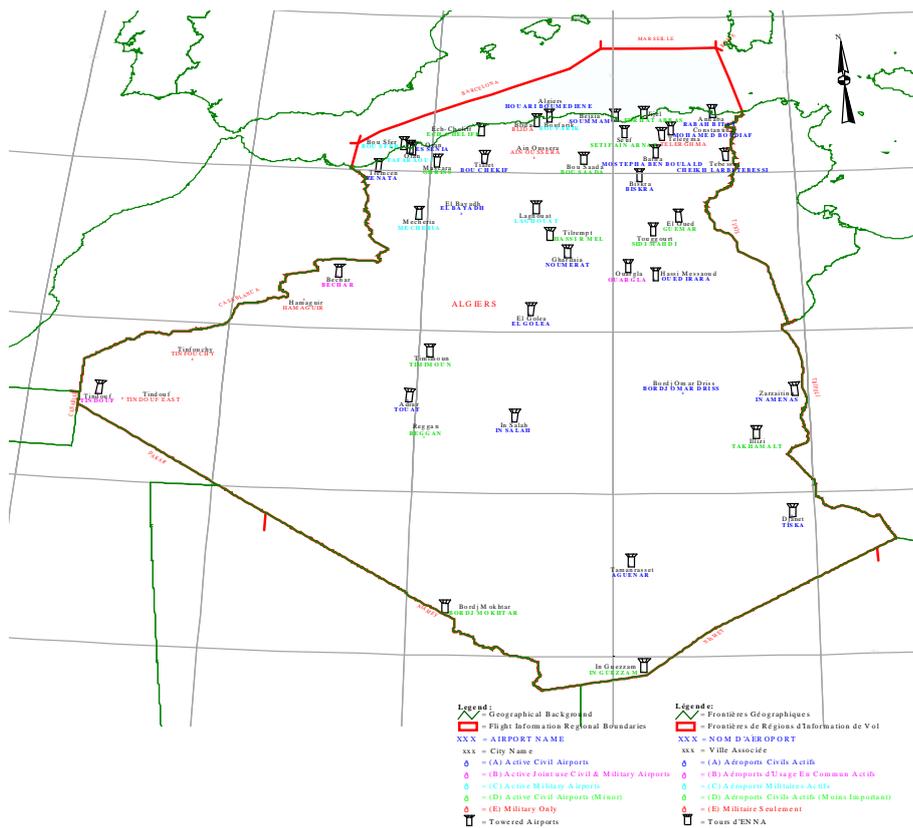


Figure (I. 3): Le réseau des aéroports.

Depuis le 17 décembre 1903, date à laquelle les frères Wright ont effectué le premier vol piloté avec un appareil à moteur plus lourd que l'air, l'aviation a beaucoup évolué, le nombre d'avion circulant dans le ciel étant devenu considérable, et compte tenu de la progression du trafic aérien mondialisé, il est primordial d'avoir une bonne gestion du trafic aérien, aux différentes échelles géographiques tel que les territoires nationaux, les zones aériennes supranationales et les continents. Pour cela, il est recommandé de faire une présentation de l'espace aérien, et mettre en place des services assurant la sécurité de ce dernier.

II .1 .Généralités sur les espaces aériens :

Pour assurer la gestion du trafic aérien l'organisation internationale de l'aviation civile (OACI) met en place des services de circulation aérienne qui dépendent des différentes phases de vol et selon ces derniers interviennent les services de la circulation aérienne.

II.1.1 Les services de la circulation aérienne :

Le contrôle aérien est un ensemble de services rendus aux aéronefs afin d'aider à l'exécution sûre, rapide et efficace des vols. Les services rendus sont au nombre de trois :

A) Le service de contrôle :

Le contrôle est un service assuré dont le but est de :

- Prévenir les abordages entre les aéronefs ;
- Régler et accélérer la circulation aérienne ;
- Veiller à éviter les collisions entre aéronefs qui évoluent au sol et les obstacles.

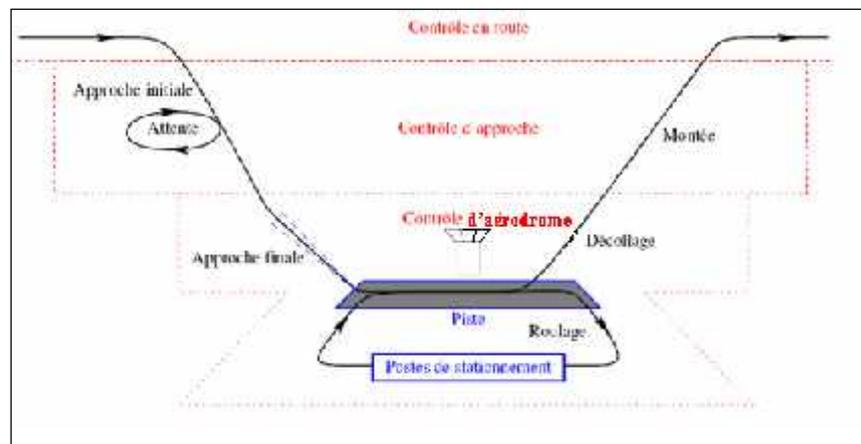
Ce service étant lui-même subdivisé en trois parties selon la phase du vol à laquelle il s'applique, figure (II. 1).

A .1)-Le contrôle d'aérodrome (TWR : TOWER) : s'effectue à partir des tours de contrôle. Il assure la sécurité et le respect des procédures dans les phases de décollage, d'atterrissage et de roulage, afin :

- D'empêcher les collisions sur l'aire de manœuvre ;
- D'assurer l'acheminement sûr, ordonné et rapide de la circulation aérienne ;

A.2)-Le contrôle d'approche (APP : APPROACH) : C'est un service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlés à l'arrivée et au départ. Il s'effectue par un bureau d'approche ou un centre de contrôle régional (CCR). Il s'agit de guider les aéronefs depuis la croisière vers l'axe de la piste où ils seront pris en charge par la tour de contrôle d'aérodrome.

A.3)-Le contrôle en route : Ce contrôle concerne les avions qui sont dans la phase « en route » dont le but est de prévenir les abordages entre aéronefs, d'accélérer et régulariser la circulation aérienne.



Figure(II.1) : Les Phases du contrôle aérien.

B) Le service d'information de vol (FIS Flight Information Service):

Le rôle de ce service est de délivrer toute information utile à l'exécution sûre et efficace des vols. Il permet de disposer durant le vol de renseignements concernant les conditions météorologiques sur le parcours, l'état des aérodromes et des installations radioélectriques, sans oublier l'information sur le trafic aérien qui pourrait être considérée en tant que situation conflictuelle. L'information de vol peut aller jusqu'à la transition de suggestions de manœuvre pour éviter les abordages. Les organismes chargés du service d'information de vol assurent également le service d'alerte.

C) Le service d'alerte:

Ce service a pour rôle de déclencher l'alerte auprès des organismes de recherche et de sauvetage. Il est fourni par tous les organismes de la circulation aérienne (organismes de contrôle ou d'information) à tous les aéronefs qui se déclarent ou qui se trouvent en situation d'urgence.

II.1.2 Division de l'espace aérien:

L'espace aérien n'est pas entièrement contrôlé, seules des portions d'espace le sont. En 1992, l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) a uniformisé l'appellation des différents espaces aériens (contrôlés ou non) sur la base des services rendus. Au voisinage des aérodromes, la densité et la diversité du trafic imposent aux aéronefs des procédures strictes. A l'inverse, certaines portions d'espace sont peu fréquentées et la circulation aérienne y est très peu dense. Dans ces espaces, les exigences réglementaires sont moins strictes. Pour séparer les différents types de trafic qui appartiennent à la CAG (circulation aérienne générale), l'espace aérien est subdivisé en plusieurs parties, chacune étant adaptée à la densité et au type de trafic auxquels elle est soumise.

L'espace aérien se subdivise, fondamentalement, en deux espaces :

- Espace aérien contrôlé ;

- Espace aérien non contrôlé.

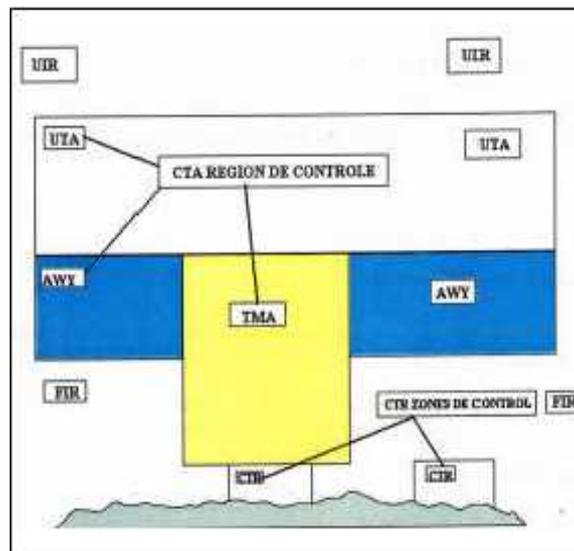


Figure (II.2) : Organisation de l'espace Aérien

II.2.Situation actuelle de l'espace aérien Algérie :

La position géographique de l'espace aérien Algérien est entre le 19°N jusqu'à 39°N de latitude et de 9°W jusqu'au 12° E de longitude. L'Etablissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A) agissant pour et au nom de l'état algérien est le seul établissement autorisé pour le contrôle de circulation aérienne. Il assure les services du contrôle aérien et d'information en vol aux aéronefs traversant l'espace aérien national, qui s'étend de la partie sud de la méditerranée contiguë aux F.I.R(s) Marseille, Barcelone et Séville au nord, adjacentes à l'ouest à la F.I.R Casablanca, à l'Est à la F.I.R Tunis et Tripoli, au Sud à la F.I.R Dakar et Niamey.

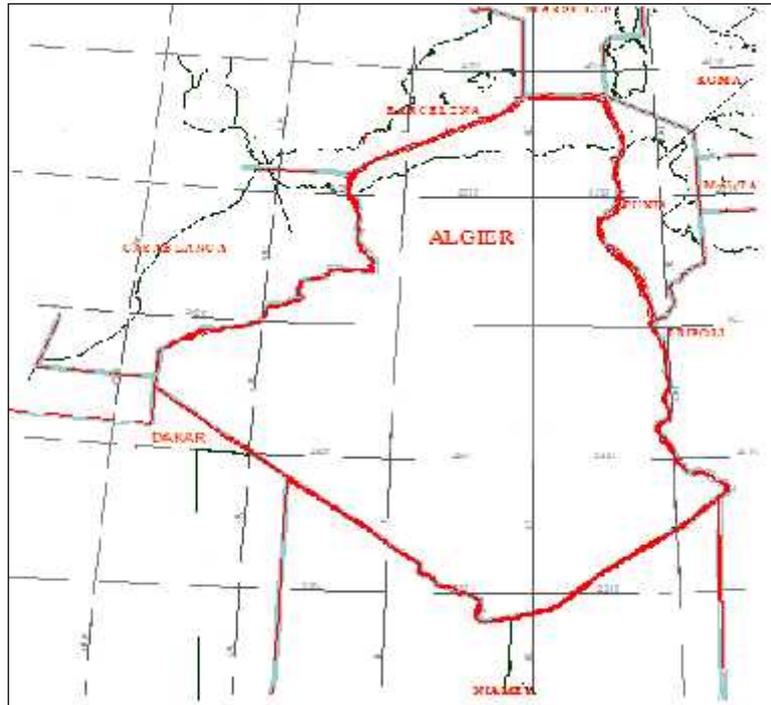


Figure (II.3): Représentation des limites de l'espace aérien algérien.

II.3.CLASSIFICATION DES ESPACES AERIENS (d'après l'AIP) :

L'espace aérien est divisé en régions ou zones, dont lesquelles les services de la circulation aérienne sont spécifiés et différents.

II.3.1 Classe A :

Seuls les vols IFR sont admis. un service de contrôle de la circulation aérienne est fourni à tout les vols , la séparation est assurée entre toute les dispositions relatives a la classe A .Tableau (2) Les conditions des vols IFR –VFR de l'espace de la classe A. La catégorie A comprend : TMA Centre Alger – Espace Supérieur.

II.3.2 Classe B :

Les vols IFR et VFR sont admis. un service de la circulation aérienne est fourni à tout les vols , la séparation est assurée entre toute les dispositions relatives à la classe B .Aucun espace aérien n'est désigné dans la catégorie B en Algérie.

II.3.3 Classe C :

Les vols IFR et VFR sont admis , un service de control la circulation aérienne est fourni à tout les vols , la séparation est assurée entre vols IFR et entre vols IFR et VFR, les vols VFR sont séparées des vols IFR et ils reçoivent des informations de la circulation aérienne relatives au autres vols VFR . Aucun espace aérien n'est désigné dans la catégorie C en Algérie .

II.3.4 Classe D :

Les vols IFR et VFR sont admis. un service de control de la circulation aérienne est fournie à tous les vols , et la séparation est assurée entre vols IFR, et vols IFR et VFR et ils reçoivent des informations de la circulation aérienne relatives à tous les autres vols .L'espace aérien de catégorie D comprend :

- TMA centre Alger – Espace Inférieur.
- TMA nord / Est.
- TMA nord / Ouest (Oran).
- Zones de délégation à l'approche : Alger –Oran. Annaba et Constantine.
- Zones de contrôle Alger – Oran – Annaba. Constantine –In Amenas Tamanrasset.

II.3.5 Classe E :

Les vols IFR et VFR sont admis. un service de control de a circulation aérienne est fournie au vols IFR, tous les vols reçoivent dans la mesure du possible des informations de la circulation aérienne , la classe E ne sera utilisée que pour la zone de contrôle . _définition OACI_.Aucun espace aérien n'est désigné dans la catégorie E en Algérie.

II.3.6 Classe F :

Les vols IFR et VFR sont admis. Tous les vols IFR participant bénéficient du service consultatif de la circulation aérienne et tout les vols bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent . _définition OACI_ La catégorie F comprend : Secteur Sud / Centre, Secteur Sud / Est, Secteur Sud / Ouest.

II.3.7 Classe G :

Les vols IFR et VFR sont admis. Et bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent. Définition OACI .La catégorie G comprend tout l'espace aérien non couvert par les catégories de A à F , (secteur Sud / Sud).

II.4.Division de l'espace aérien :

II.4.1 DIVISION VERTICALE DE L'ESPACE AERIEN :

En fonction de ce qu'on a déjà vu l'espace aérien est devisé en deux étages bien distincts :

II.4.2 ESPACE AERIEN INFERIEUR :

Va de la surface de la terre jusqu'au niveau FL245 inclus :

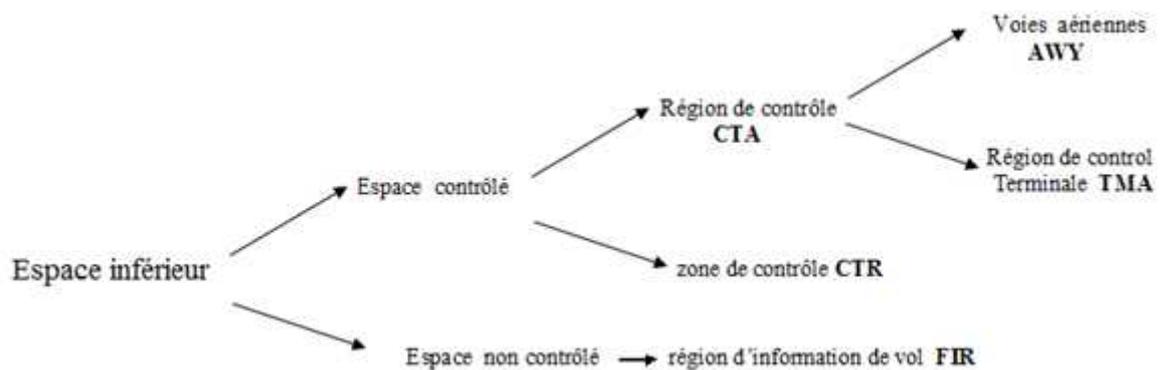


Figure (II.4): division de l'espace inférieur

L'espace aérien inférieur est déterminé suivant la nature des services de circulation aérienne qui doivent être établis, et sera effectué de la manière suivante :

Région d'information de vol (FIR Flight Information Région) : Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service d'information de vol et le service d'alerte sont assurés. La FIR se subdivise en :

Région de contrôle (CTA) : Espace aérien contrôlé situé au dessus d'une limite déterminée par rapport à la surface, voir figure (1.3).Elles peuvent être composées :

Des régions de contrôle terminales (TMA : Terminal control Area) : c'est une région de contrôle établie en principe, au carrefour des routes ATS aux environs d'un ou de plusieurs aérodromes importants.

Des voies aériennes (Airways) : Ce sont des couloirs empruntés par les vols IFR. Elles ont généralement une largeur de 10 NM (18.5Km). L'axe des AWY est défini par des balises de radionavigation, voir figure(II.6).

Zone de contrôle (CTR) : C'est un espace aérien contrôlé, s'étendant verticalement à partir de la surface jusqu'à une limite supérieure spécifiée. Les limites latérales d'une zone de contrôle sont d'au moins 9.3 Km (5NM) à partir du centre de l'aérodrome ou des aérodromes concernés. Les CTR sont destinées à englober les trajectoires de décollage, d'atterrissage et de la circulation aérienne d'aérodrome Figure(II.6).

II.4.3 ESPACE AERIEN SUPERIEUR :

Va de niveau FL245 sans limitation de plafond :

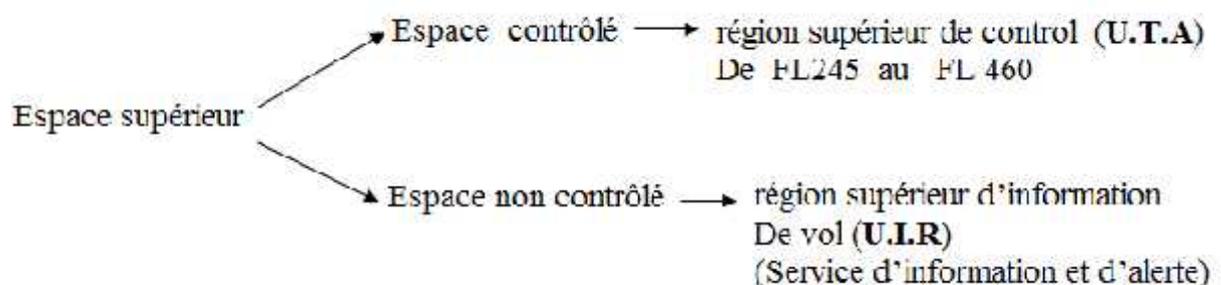
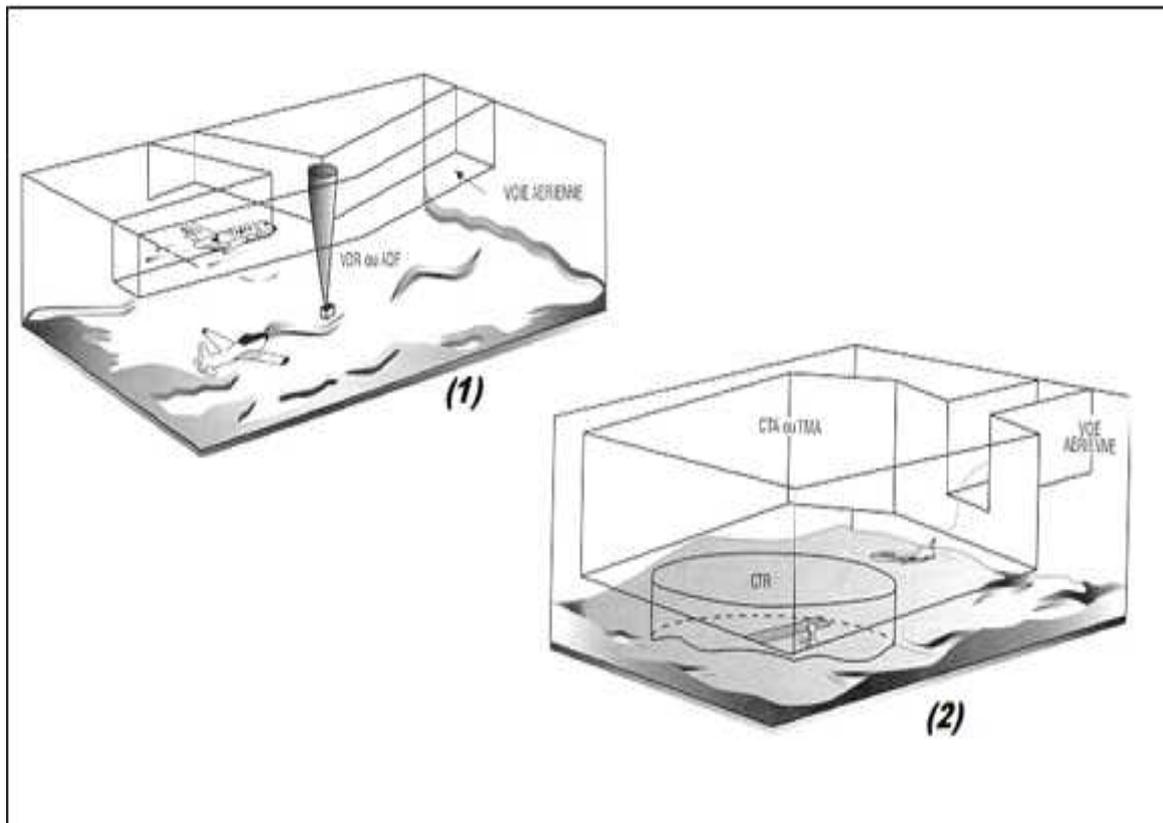


Figure (II.5) : La division de l'espace supérieur



Figure(II.6) : Les voies aériennes(1) et La structure CTA et CTR(2).

L'espace aérien Algérien est divisé en trois parties:

Espace Contrôlé :

Espace au sein duquel le contrôleur prend directement en charge le trafic. Ce type d'espace doit être délimité de sorte que celui-ci englobe un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires des vols IFR que l'on doit contrôler, bien entendu ceci compte tenu des moyens d'aide à la navigation présents et normalement utilisés dans cet espace. Cet espace est sous la responsabilité totale du contrôleur dans la mesure où lui seul prends les décisions relatives aux avions les un avec les autres mais aussi avec le relief.

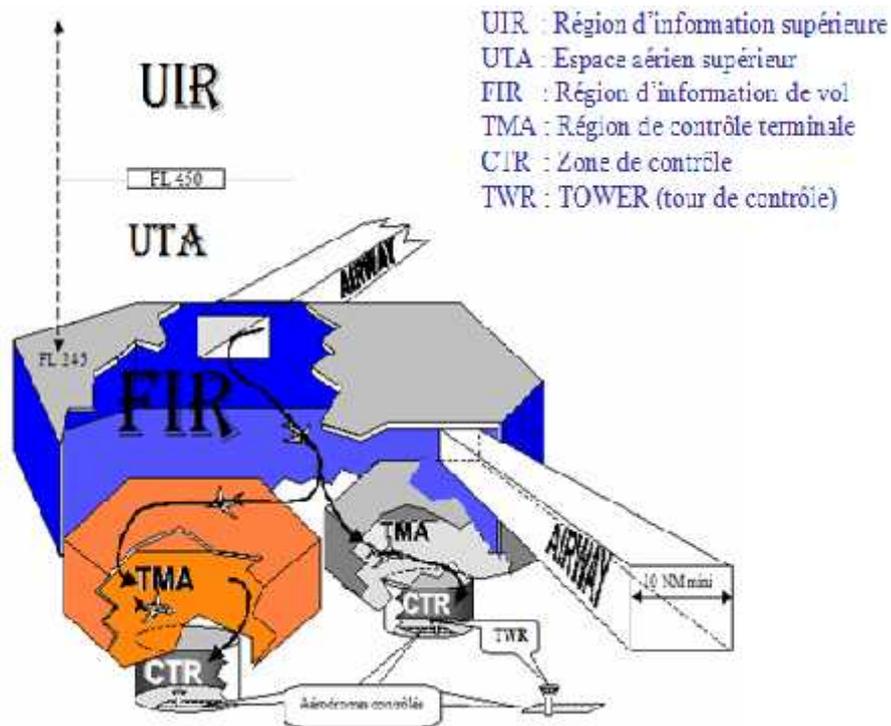


Figure (II.7) : Espace aérien Contrôlé

Espace Consultatif :

Espace au sein duquel le contrôleur n'intervient pas directement, il informe le pilote et lui propose une solution, ce pendant la décision revient au pilote. Le contrôleur lui donne des suggestions de manœuvres.

Espace Information de vol :

Espace au sein duquel le contrôleur n'a aucune responsabilité vis-à-vis de cet espace, dans la mesure où il donne l'information mais ne prend aucune décision. Ce sont des espaces aériens réservés, en fonction d'utilisation spéciale et des besoins de la défense nationale, à certaines catégories de manœuvres.

II.5 ZONES A STATUT PARTICULIER :

Il existe pratiquement trois types de zones à statuts particuliers, zones dangereuse, réglementée et interdite. La zone dangereuse implique un degré minimale de réglementation , tandis que la zone interdite constitue la forme la plus stricte, on notera toute fois que cette définition ne s'applique qu'à l'espace aérien situé au dessus du territoire d'un état, dans les régions qui ne sont soumises à aucun droit de souveraineté (haute mer) seules des zones dangereuses peuvent être établis par l'organisme responsable des activités qui motivent leur établissement.

II.5.1 Description de la zone

Nom/Désignation de la zone.

Chaque zone est affectée d'une appellation composée de lettres de Nationalité- (DA) suivi d'une lettre indiquant le type et le numéro de la zone.

Un nom géographique peut être utilisé avec l'identification.

Exemple: **DAP51** AIN OUSSERA.

II.5.2 Classification de la zone

✓ **zone réglementée:** Ce sont des zones définies au dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état , ou le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiques qui peuvent aller jusqu'à l'interdiction de pénétration .Une zone réglementée protège les activités militaires , elle peut être perméable à l'aviation civile , un processus de coordination doit être établi dans ce cas entre les organismes militaires et civils intéressés , alors l'aéronef sera sous la responsabilité du gestionnaire de cette zone.

On les identifie par une lettre « R » suivie du numéro de la zone.

Exemple : **DAR 49** BOUS-FER.

- ✓ **zone dangereuse:** Certaines zones ont un caractère particulièrement dangereux pour la navigation aérienne vu leurs activités. La traversée d'une zone dangereuse réclame une vigilance accrue du pilote et dans certains cas il est souhaitable de l'éviter lorsqu'elle est active.

Les zones dangereuses en espace supérieur ne sont pas gérées de la même façon qu'en espace inférieur. Dans les lettres d'accord avec les organismes militaires, il est précisé que pendant les créneaux d'horaires d'activité, ces zones sont imperméable au trafic civile même si dans les règles de l'air rien n'interdit d'y pénétrer.

On les identifie par une lettre D, suivie du numéro de la zone.

Exemple: **DAD 74** TAFARAOUI: (Entraînement ou pilotage: voltige vrille ...).

- ✓ **zone interdite:** L'établissement d'une zone interdite devrait être soumis à des conditions particulièrement strictes, car l'usage de la portion d'espace aérien englobées par la zone interdite est – comme son nom l'indique – absolument interdit aux aéronefs, la pratique générale consiste donc à n'établir ce type de zones que pour protéger des installations importantes d'un état, les complexes industriels critiques dont les dommages qu'entraîne un accident d'avion risquerait de prendre des proportions catastrophiques (centrale nucléaire) ou installation particulière sensible qui sont indispensables pour garantir la sécurité du pays.

On les identifie par une lettre « P » suivie du numéro de la zone.

Exemple : **DAP 51** AIN OUSSERA.

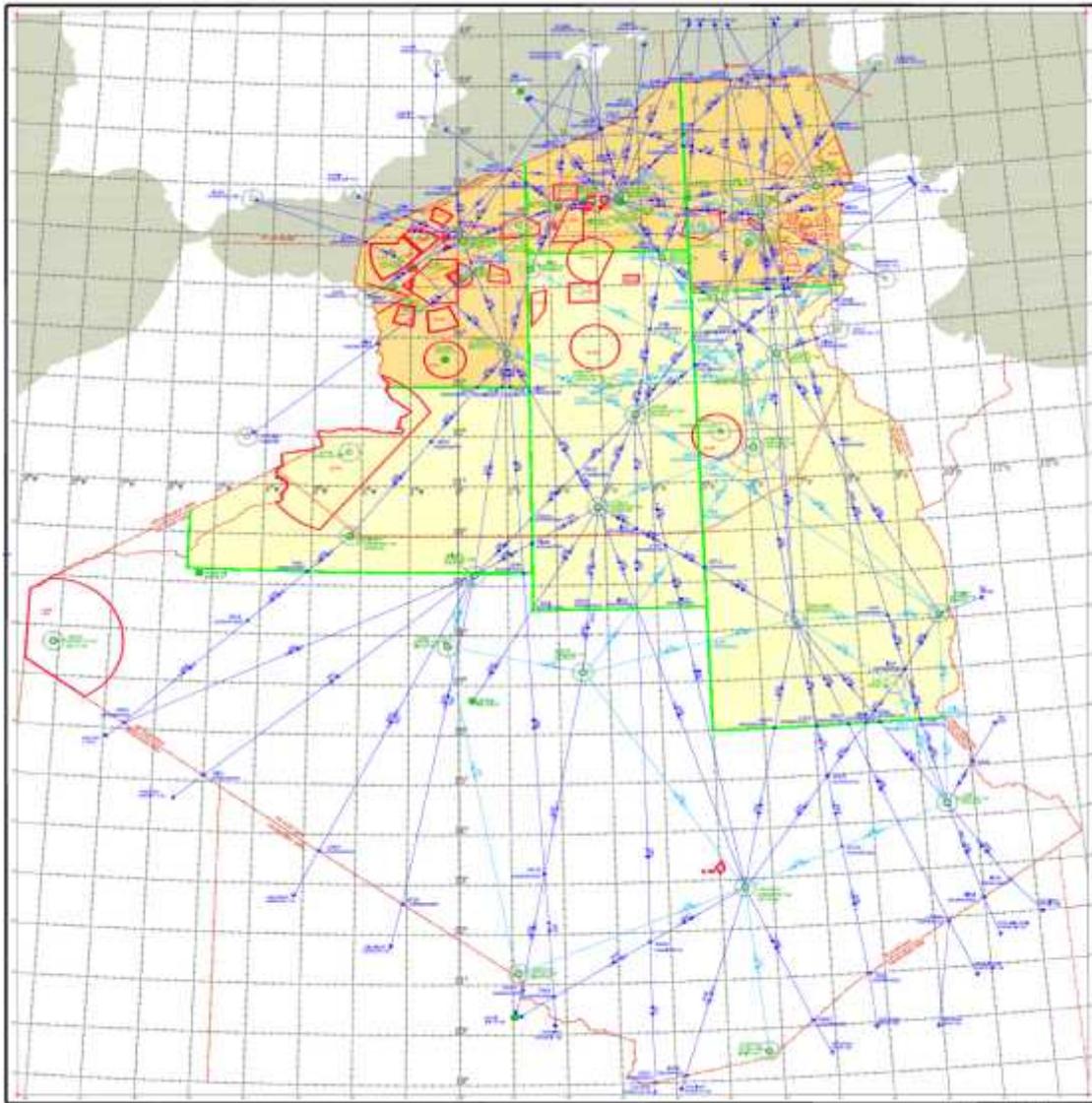


Figure (II.8): Les Zones à statuts particuliers en Algérie.

II.6. Présentation de la sectorisation actuelle :

La F.I.R d'Alger est divisée en sept secteurs ayant le statut d'espace O.A.C.I (Figure II.9). Les sept (07) secteurs de la F.I.R sont classés comme suit :

- Les trois (03) secteurs du NORD (NORD/EST, CENTRE et NORD/OUEST) et les trois (03) secteurs du SUD (SUD/EST, SUD/CENTRE et SUD/OUEST) sont des espaces contrôlés.
- Le secteur SUD/SUD est un espace non contrôlé

Le tableau (II.1) et la figure (II.9) ci-dessous reprennent la délimitation des (07) secteurs existants actuellement en Algérie.

Tableau (II.1): Classification des secteurs en Algérie

N° secteur	Secteur	Classe	Limite Inférieure	Limite Supérieure	Service de contrôle	Fréquence Hz
01	Centre Alger Supérieur	A	FL245	FL450	MAGHREB contrôle Alger	132.45/124.9
01	Centre Alger Inférieur	D	GND/MSL	FL245	MAGHREB contrôle Alger	127.3/124.9
02	Nord/Est	D	GND/MSL	FL450	MAGHREB contrôle Alger	125.4/124.6
03	Nord/Ouest	D	GND/MSL	FL450	MAGHREB contrôle Alger	125.7
04	Sud/Centre	E	GND/MSL	UNL	MAGHREB info Alger	131.3/124.6
05	Sud/Est	E	GND/MSL	UNL	MAGHREB info Alger	124.1/124.6
06	Sud/Ouest	E	GND/MSL	UNL	MAGHREB info Alger	128.1
07	Sud/Sud	F	GND/MSL	UNL	MAGHREB info Alger	124.1/123.8/128.1

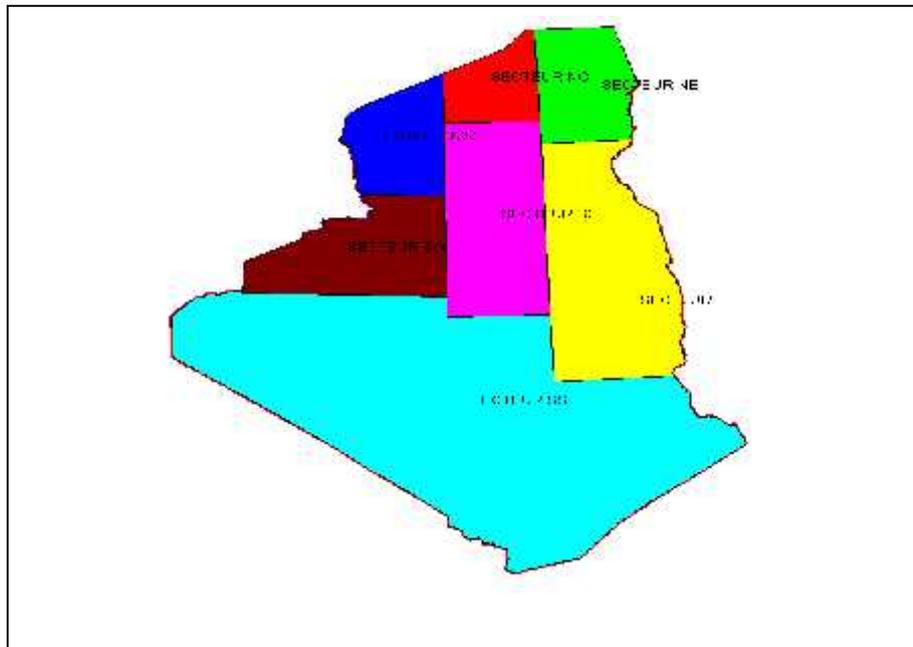


Figure (II.9): la sectorisation en Algérie

III .1 Gestion du trafic aérien :

ATM est le regroupement de fonctions en suspension dans l'air et au sol fonctions requises pour assurer le mouvement sûr et efficace des aéronefs durant toutes les phases de fonctionnement. ATM est aussi utilisé pour décrire l'espace aérien et de gestion du trafic aérien des activités qui sont menées conjointement par les autorités aéronautiques à la planification et l'organisation pour l'utilisation efficace de l'espace aérien et ses mouvements au sein de leurs régions de la responsabilité.

Le concept opérationnel d'ATM doit avoir une portée visionnaire et de renvoyer à la notion d'endurance de vol, le partage et la séparation d'assurance de la conscience de la situation dans les cockpits. L'objectif général de l'ATM est de permettre aux exploitants d'aéronefs de respecter les heures prévues de départ et d'arrivée et de suivre les profils de vol préféré avec un minimum de limitations et sans mettre en péril niveau convenu de sécurité. ATM se compose d'un air et un composant sol, à la fois étroitement intégrés par le biais procédures bien définies et des interfaces. Le composant sol est composé de gestion de l'espace aérien (ASM), le trafic aérien de mesure du débit (ATFM) et services de la circulation aérienne (ATS).

Le système de la gestion du trafic aérien (*Air Traffic Management* - ATM) actuel est centré sur l'espace. L'espace aérien est divisé en plusieurs secteurs, dont la taille dépend du nombre d'avions dans la région et la géométrie des routes aériennes. Il y a habituellement deux contrôleurs aériens dans chaque secteur qui manipulent le trafic: un contrôleur planificateur et un contrôleur exécutif. Le planificateur travaille à un niveau stratégique et essaye de réduire au minimum le nombre de conflits ou leur complexité. Le contrôleur exécutif travaille à un niveau tactique et s'assure qu'il n'y a aucun conflit en donnant les instructions aux pilotes.

III .2 Dépassement de charge du trafic :

Il arrive assez fréquemment que les plans de vol ne soient pas strictement suivis, à cause de changements en temps réel, difficultés dans les aéroports ou dérives en route. Le risque dans ce contexte est la réapparition de fluctuations de charges quand le trafic atteint finalement les zones encombrées à protéger. Des études à ce sujet indiquent d'ailleurs que le risque de débordement est d'autant plus important que les densités de trafic croissent.

Un souci important dans ce contexte est l'apparition instantanée de débordements de trafic non contrôlés à l'entrée d'un secteur encombré. Ce phénomène, souvent provoqué par certains avions arrivant « en grappe », est connu sous le nom d'effet de « Dépassement de charge du trafic ».

III. 3 Synchronisation temps-réel de trafic :

Une façon de résoudre le problème pourrait être de fournir au système ATM des moyens pour corriger ou réajuster l'état du flux de trafic en fonction des dérives réelles. De telles procédures devraient être des solutions localement adaptables et réactives, capables de structurer et d'organiser les flux d'arrivée en temps réel. De telles techniques pourraient être employées pour le réajustement des heures d'arrivée à un point encombré, permettant de ce fait de dégrupper les avions arrivant en grappe. Etant donné un risque de dépassement de charge du trafic identifié dans un secteur.

III .4 Gestion des courants de trafic aérien :

III .4.1 Qu'est ce que l'ATFM ?

L'ATFM (Air Traffic Flow Management) désigne la gestion des courants du trafic de la circulation aérienne. Elle consiste à adapter la demande de trafic aérien à la capacité d'un secteur.

La capacité d'un espace est le nombre maximum d'aéronefs qui peuvent entrer dans cet espace en une période de temps donnée. La capacité d'un secteur dépend essentiellement des éléments suivants:

- La nature d u trafic (stable en croisière ou en évolution) ;
- Le personnel (du point de vue effectifs et qualifications) ;
- La structuration de l'espace aérien(routes, sectorisation) ;
- Les moyens techniques (radionavigation, radar).

III .4.2 Objectifs :

Les objectifs de l'ATFM sont de maintenir une sécurité aérienne maximale et de garantir une utilisation optimale du système de contrôle, optimale dans la mesure où l'on s'efforce d e mettre un maximum d'aéronefs dans un espace aérien donné tout en gardant une sécurité maximale: c'est adapter la capacité d'un espace à la demande de trafic.

L'ATFM doit assurer l'écoulement optimal de la circulation aérienne pendant les périodes de temps où la demande dépasse la capacité disponible.

III .4 .3 Problématique :

Le trafic aérien est depuis longtemps un secteur globalement en forte croissance. Face à un trafic qui double tous les dix ans, les services chargés du contrôle et de la régulation de la circulation aérienne ont dû trouver des solutions pour faire face à cette augmentation : recrutement de personnels supplémentaires, restructurations de l'espace aérien, innovations techniques accompagnées de nouvelles méthodes de travail augmentant la productivité des contrôleurs.

Ces mesures et ces innovations ont permis d'absorber toujours plus de trafic tout en améliorant ou en maintenant un niveau de sécurité élevé. Citons pour illustration de ces évolutions l'utilisation du radar, l'automatisation des coordinations inter-centres, l'introduction d'interfaces homme-machines de plus en plus évoluées,

le découpage de l'espace en secteurs plus petits, la définition «d'autoroutes aériennes» (réseau ARN).

III .4 .4 Procédures de gestion des courants de trafic :

L'ATFM devrait comporter trois phases de réalisation:

- a) planification stratégique :** si les mesures sont décidées plus d'un jour avant le jour où elles prendront effet. La planification stratégique est normalement réalisée bien à l'avance, en général de deux à six mois à l'avance.
- b) planification préactuelle :** si les mesures sont décidées la veille du jour où elles prendront effet.
- c) opérations tactiques :** si les mesures sont décidées le jour où elles prennent effet.

Généralement ATFM est un système de gestion stratégique et préactuelle autonome de cubage fournissant des possibilités du dernier cri de la gestion de l'écoulement de trafic aérien (ATF) (ATFM) pour aider à la circulation de planification, à la densité d'évaluation du trafic, aux surcharges de résolution du trafic et à localiser des conflits possibles en avant de temps. ATFM reçoit des plans de vol (FPLs) d'AFTN (ou de systèmes semblables) et produit des histogrammes de charge (charges de la circulation) et est en conflit des tables (de futures violations de séparation).

III .4 .4.1 Planification stratégique :

La planification stratégique devrait être réalisée en liaison avec l'ATC et les exploitants d'aéronefs. Elle devrait consister à examiner la demande pour la prochaine saison, à évaluer où et quand la demande sera susceptible de dépasser la capacité ATC disponible et à travailler à résoudre le déséquilibre:

- a)** en prenant des dispositions avec l'autorité ATC pour offrir une capacité suffisante à l'endroit et au moment voulus;
- b)** en réacheminant certains courants de trafic (orientation du trafic);
- c)** en établissant ou révisant comme il convient les horaires des vols;

d) en déterminant la nécessité de mesures ATFM tactiques.

III .4 .4.2 Planification pré tactique :

La planification pré tactique devrait affiner le plan stratégique, à la lumière des données actualisées sur la demande. Au cours de cette phase:

- a) certains courants de trafic peuvent être réacheminés;
- b) des routes de délestage peuvent faire l'objet d'une coordination;
- c) des mesures tactiques seront décidées;
- d) des précisions pour le plan ATFM du lendemain devraient être publiées et mises à la disposition de tous les intéressés.

III .4 .4.3 Opérations tactiques :

Les opérations ATFM tactiques devraient consister à:

- a) exécuter les mesures tactiques convenues afin de réduire et de régulariser le courant de trafic là où la demande aurait, autrement, dépassé la capacité;
- b) surveiller l'évolution de l'état de la circulation aérienne, pour s'assurer que les mesures ATFM appliquées aient l'effet désiré et prendre des mesures correctives si de longs retards sont signalés, comme des mesures de réacheminement du trafic ou d'attribution de niveaux de vol, de façon à utiliser au maximum la capacité ATC disponible.

III .5 Gestion d e l'espace aérien (ASM) :

L'ASM (Air Space Management) désigne la gestion de l'espace aérien. L'objet de l'ASM est de maximaliser, à l'intérieur d'une structure donnée d'espace aérien. L'utilisation de l'espace aérien disponible par un partage du temps dynamique et, parfois, par la sectorisation de l'espace aérien entre les différentes catégories d'utilisateurs, sur la base des besoins à court terme. Une étroite coopération entre les autorités compétentes au sujet de l'utilisation attendue et réelle des espaces aériens temporairement réservés devrait aboutir à mettre les renseignements voulus à la disposition de toutes les parties concernées, c'est-à-dire transport aérien commercial, circulation aérienne d'opérations militaires et aviation générale. L'ASM est aussi un auxiliaire de l'ATC, tout comme

l' ATFM. Pour réaliser les objectifs de l'ASM exposés ci-dessus, les fonctions ci-après sont nécessaires :

- a) collecte et évaluation de toutes les demandes qui nécessitent une attribution temporaire d'espace aérien.
- b) planification et attribution de l'espace aérien nécessaire aux utilisateurs concernés, lorsque la sectorisation s'impose.
- c) mise en application ou cessation de pareils espaces aériens avec des tolérances de temps suffisamment serrées, en étroite coopération avec les organes ATC et les organes civils ou militaires concernés.
- d) diffusion de renseignements détaillés, tant à l'avance qu'en temps réel, à toutes les parties concernées.

III.6 La régulation de débit du trafic aérien :

III.6.1 Notion de régulation :

On désigne par régulation l'ensemble des mesures destinées à adapter le débit de la circulation qui pénètre dans un espace aérien donné, se déplace sur une route donnée, ou se dirige vers un aéroport en vue de la meilleure utilisation possible de l'espace aérien.

Lorsqu'un contrôleur de la circulation aérienne s'aperçoit qu'il lui est impossible d'acheminer d'autres aéronefs dans un délai donné en un point donné ou en une région particulière, en plus de ceux déjà acceptés, ou qu'il ne pourra pas les acheminer qu'à une certaine cadence, il en informera les autres contrôleurs, les pilotes et les exploitants d'aéronefs, des retards prévus ou des restrictions qui seront appliquées.

Il est à noter que les mesures de régulation varient d'un contrôleur à un autre dans la mesure où les capacités de prise en charge d'un certain nombre d'aéronefs varient d'un individu à un autre.

Un encombrement de la circulation aérienne engendre des mesures de régulation. Ceci est principalement dû à :

- L'accumulation d u trafic aérien au cours de certaines périodes de l'année, à certains moments de la semaine et à certaines heures de la journée ;
- Une différence entre la capacité et la demande de trafic.

L'idéal est bien entendu d'équilibrer la capacité d'un secteur par rapport à la demande de trafic aérien dans le but d'éviter toutes mesures de régulation.

Une régulation peut être appliquée en imposant un délai avant le décollage d'un aéronef. Cependant, certains vols sont exempts des mesures de régulations:

- vols en situation d'urgence.
- vols effectués à des fins humanitaires.
- vols effectués à destins médicales.
- vols pour missions de recherche est de sauvetage.
- vols avec statut de chef d'état.
- vols d'Etat (même militaire).

III.6.2 Les formes de régulation :

Les mesures de régulation sont appliquées au trafic au sol, c'est-à-dire avant le décollage. Si exceptionnellement elles doivent s'appliquer au trafic déjà en vol, l'attente en route devra se faire le plus près possible de la zone régulée.

Il y a différentes façons d'appliquer une régulation: la plus courante étant d'imposer un délai (retard) au trafic encore au sol. Elle peut se traduire par une réorientation du trafic (Traffic Orientation Scheme TOS) ou encore par une rerouting qui consiste à dérouter l'appareil en vol en lui imposant un changement de route.

III.6.3 Les messages de régulation :

Lorsqu'un contrôleur route juge nécessaire d'appliquer des restrictions, il adresse un message de régulation aux éléments concernés. Celui-ci comprendra:

- la désignation de l'organe ATC (par exemple: la FIR Alger) ;
- l'emplacement de la régulation ;
- les renseignements concernant le trafic (route, destination...) ;
- le plan de vol concerné ;
- la route de dégagement possible ;
- la cause de la restriction ;
- la durée prévue de la restriction ;
- toute autre remarque nécessaire.

IV.1 Concept CNS (Communication - Navigation – Surveillance) :

Le concept a été adopté en 1991 par l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale). Opérationnel en mars 2001. Il complète le GPS par des systèmes régionaux formés d'une composante « sol » de surveillance et d'élaboration d'un message spécifique réémis en direction des utilisateurs via une composante spatiale géostationnaire.

IV.1.1 Communication :

L'élément de communication des systèmes de CNS/ATM prévoit l'échange des données et des messages aéronautiques entre les utilisateurs aéronautiques et/ou les systèmes automatisés.

IV.1.1.1 Communications Air-Sol :

1. Communications Air-sol de Tour (A/G) et du Contrôle d'Approche (APP) : assurées à travers des radios VHF analogiques de 25kHz conformes au standard OACI.
2. Communications Air-sol En Route : Les communications en route sont assurées

Par vingt sites d'Émetteurs/Récepteurs VHF distants dispersés à travers le pays.

Il existe actuellement :

- ✓ 20 antennes avancées.
- ✓ 29 émetteurs- récepteurs haute fréquence.
- ✓ 31 émetteurs -récepteurs VHF TOUR.
- ✓ 03 émetteurs -récepteurs VHF CCR.

IV.1.1.2 Communications terre-terre :

Pour des communications terre-terre, il est envisagé que la plupart des communications courantes entre les utilisateurs et les systèmes aéronautiques au sol seront par échange de données. De tels échanges entre les entités telles que des bureaux de météorologie, des bureaux de NOTAM, des banques de données aéronautiques, des unités d'ATS.

IV.1.1.3 Télécommunications :

En général, la fiabilité des télécommunications point à point ne répond pas aux normes de l'OACI qui constituent la base pour les services de contrôle positif de la navigation aérienne. Ceci apparaît à l'évidence à la fois dans le backone (le réseau) national et dans les liaisons locales entre les "Centres d'Amplification " des PTT/ Algérie Télécoms au niveau des différentes villes et les aéroports et autres sites de navigation aérienne. Dans nombre de liaisons locales et même de connections longue distance, il n'existe qu'une seule voie de communications. Les pannes de ces liaisons causent des coupures prolongées. Les liaisons de télécommunications VHF existantes constituent un problème. Les circuits des PTT sont généralement disponibles moins de 80% du temps.

Les Services de télécommunication sont assurés pour toute la FIR Alger, l'autorité chargée de la fourniture des installations de télécommunications et de Navigation est l'administration de l'aviation civile.

IV.1.1.4 Couverture VHF/HF :

La communication en Algérie est assurée par les liaisons VHF permettant la couverture d'une partie importante de l'espace aérien Algérien au-dessus du FL 240. Actuellement, il existe (16) sites radio VHF réparties sur FIR Alger, avec une couverture double au Nord. Signalons que sur la zone extrême sud, figure (IV.1) aucune couverture Radio VHF n'est assurée d'où la nécessité d'utiliser la couverture HF.

La couverture VHF est actuellement inférieure à 90% de la totalité de la FIR. De nouvelles antennes VHF sont en phase d'installation pour compléter la couverture actuelle pour assurer le contrôle dans l'espace aérien supérieur.

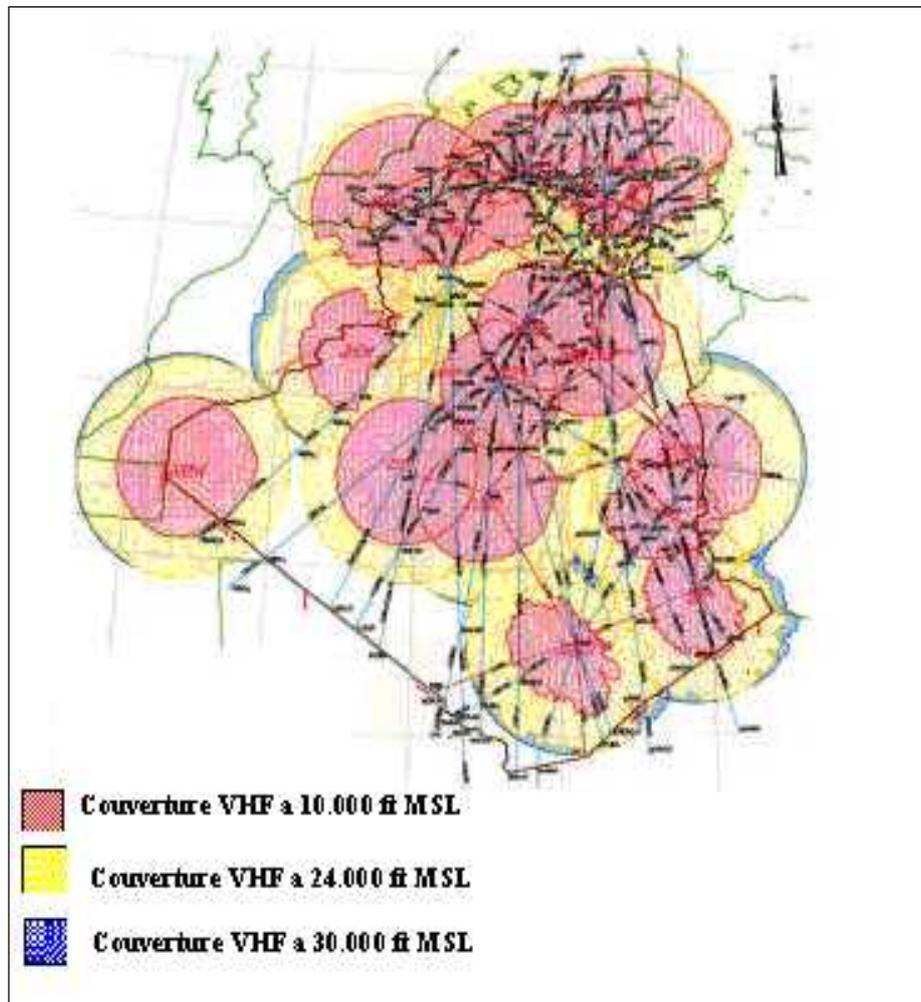


Figure (IV. 1) : Couverture VHF actuelle.

IV.1.1.5 Réseau service fixe de télécommunication aéronautique (R.S.F.T.A) :

L'échange des messages tel que les NOTAMs, Plan de vols, Metars, etc..... est assuré par le réseau du service fixe de télécommunication Aéronautique (R.S.F.T.A). L'Algérie dispose d'un système de commutation des messages R.S.F.T.A, cette dernière est assurée par le BCT Alger située au siège de l'E.N.N.Ade Oued Samar. Les supports de télécommunication en Algérie sont assurés par le réseau national géré par Algérie Télécom, et le réseau V.S.A.T est à la charge de l'E.N.N.A.



Figure (IV. 2) : La présentation de la station V-SAT d'Alger

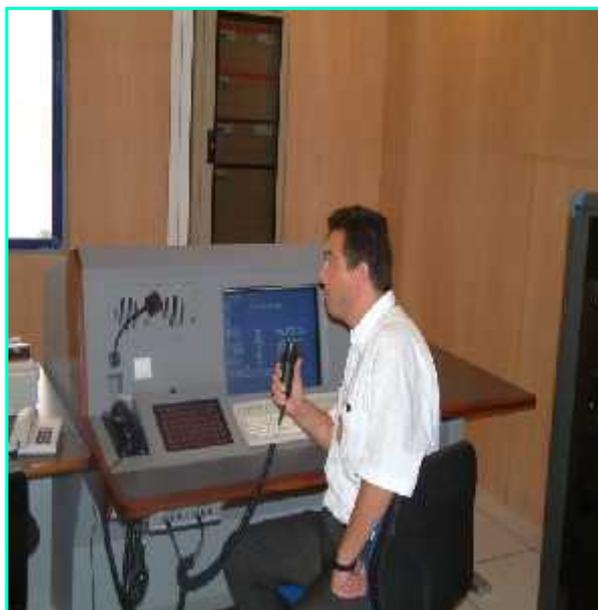


Figure (IV. 3) : Le centre de communication

IV.2 Navigation :

La navigation aérienne en FIR Alger repose sur 31 stations VOR/DME. La plupart des stations VOR/DME sont installées au niveau des aéroports sur le prolongement des axes de pistes, et le reste sur des sites plus éloignés. Ses stations couvrent la majorité de la FIR Algérienne au FL 100 à l'exception d'une partie à l'extrême sud Figure(IV.4).

IV.2.1 Aides à la Navigation :

Les gammes Radiobalises VHF Omnidirectionnelles (VOR) de terminal avec les Equipements de Mesure de Distance (DME) ou télémètre radar sont opérationnelles dans la plupart des aéroports équipés de tours. Les VOR sont généralement situés sur la ligne centrale prolongée de la piste principale de chacun de ces aéroports. Dans la plupart des endroits, l'état des VOR et (le cas échéant) le Système d'Atterrissage aux Instruments (ILS) ne sont pas surveillés par l'ATC. Bien qu'il existe des équipements de télésurveillance, sur chacun des endroits qui ont été visités, ces équipements de surveillance étaient hors service.

La plupart des aéroports visités dotés d'équipement ILS utilisent le télémètre radar (DME) pour donner les distances d'approche. Des équipements d'aide à l'approche visuelle ont été installés dans chacun des aéroports visités.

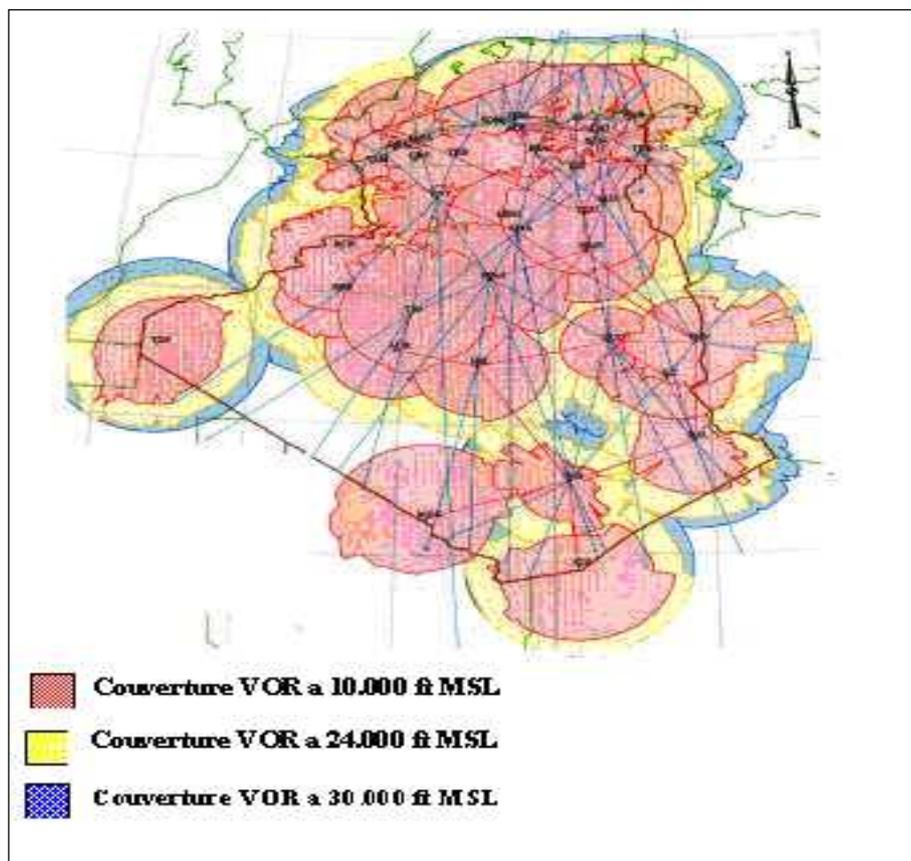


Figure (IV. 4): La couverture VHF existe en Algérie

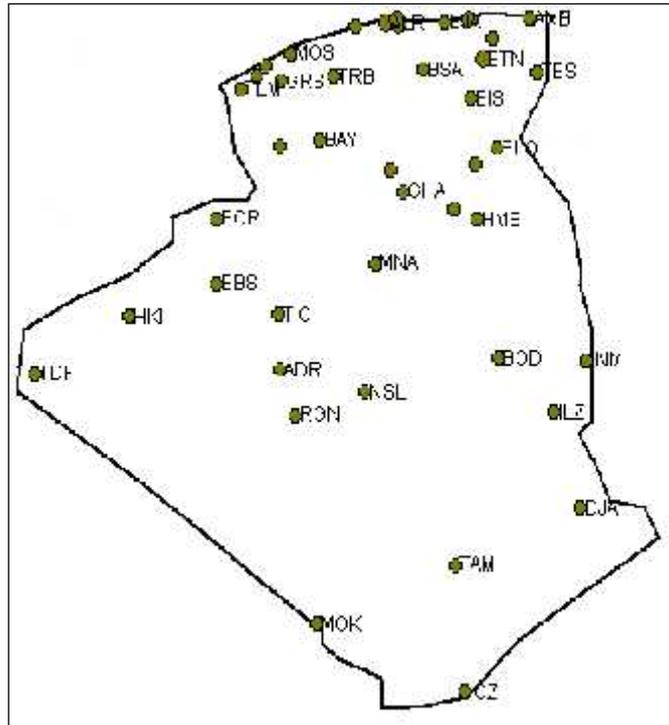


Figure (IV. 5): L'emplacement des Aides de navigation en Algérie

IV.3 Surveillance :

La surveillance est un moyen d'acquérir la position des aéronefs de telle sorte qu'un contrôleur de la circulation aérienne peut établir des séparations minimales entre ces aéronefs. Les systèmes de surveillance actuellement en service peuvent être divisés en deux types principaux : surveillance dépendante et surveillance indépendante.

IV.3.1 Les catégories de surveillance sont :

→ **La Surveillance indépendante :**

- Radar de surveillance primaire (PSR).
- Radar de mouvement à la surface.

→ **La Surveillance indépendante coopérative** :

- Radar secondaire de surveillance.
- Mode-S
- Multilatération.

4.1.3 La Surveillance dépendante :

- Le report manuel de la position.
- La surveillance automatique dépendante -contrat (ADS-C).
- La surveillance automatique dépendante -Broadcast (ADS-B).

IV.3.2 Radar:**Definition:** RAdio Detection And Ranging

Le radar est un instrument qui permet de détecter la présence d'un objet cible et de déterminer sa position et sa vitesse au moyen des ondes électromagnétiques. Grâce aux propriétés des ondes qu'il utilise, le radar peut acquérir des données dans n'importe quelles conditions atmosphériques, de jour comme de nuit. Pour cette raison, le radar est très utile pour de nombreuses applications. Il existe deux types radar primaire et radar secondaire.

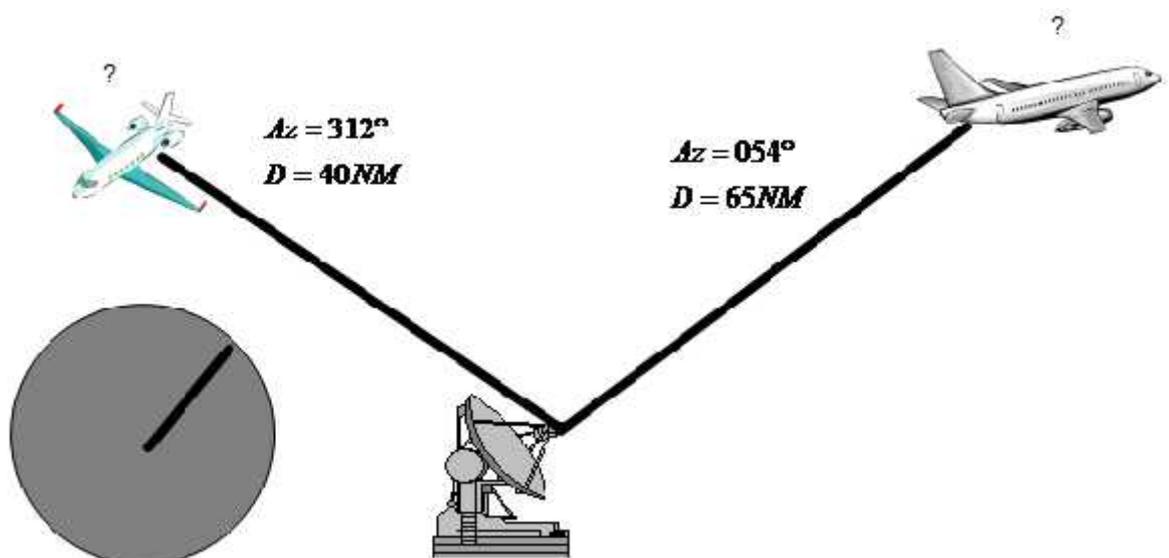


Figure (IV. 6) : Le fonctionnement de radar

Comparaison entre le radar primaire et le radar secondaire :

RADAR PRIMAIRE DE SURVEILLANCE	RADAR SECONDAIRE DE SURVEILLANCE
<ul style="list-style-type: none"> • Technologies micro-onde. • Equipement autonome. • Réflexion naturelle sur une structure matérielle. • Toutes les cibles peuvent donner un écho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Équipement dépendant. • Communication entre deux équipements. • Seuls les aéronefs équipés sont en mesure de fournir une réponse.

Les avantages:

RADAR PRIMAIRE DESURVEILLANCE	RADAR SECONDAIRE DE SURVEILLANCE
<ul style="list-style-type: none"> • Pas besoin d'équipement spécifique • Bonne précision en localisation • Reste le seul équipement capable de détecter les cibles non-coopératives 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipement embarqué • Information plus riche: Identification & FL.

Les inconvénients:

RADAR PRIMAIRE DE SURVEILLANCE	RADAR SECONDAIRE DE SURVEILLANCE
<ul style="list-style-type: none"> • La détection dépend de la taille et de la structure de la cible • Couverture limité par site radar • Seules les mesures d'azimut et de distance sont disponibles • Matériel extrêmement coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> • La detection est dependante • Risque de garbling dû au grand nombre d'aéronefs

4.2.3 Existence de radar dans la FIR Alger :

Il existe un radar primaire à Alger et cinq radars secondaires à Alger, Annaba, à Oran, El Oued, et El Bayadh. Ils fournissent la couverture du segment nord de la FIR au-dessus de 10.000 pi msl excepté un secteur au sud d'Alger. La France et l'Italie y ont montré de l'intérêt en partageant les données du radar d'Annaba. En plus, ces radars fournissent la couverture radar secondaire de secteur terminal à Annaba et à Oran et la couverture primaire et secondaire combinée de secteur terminal à Alger. Des capacités de radar primaire sont souhaitables à Oran en raison de la complexité de cet espace aérien au trafic mixte militaire/civil et à Hassi Messaoud en raison du nombre de petits avions desservant les champs pétroliers et les opérations militaires à Ouargla. Cinq radars secondaires et un radar primaire ont été installés en tant qu'élément du projet TRAFCA.

Tableau (IV. 1) : Les cinq stations radar et leur emplacement

Type	Station Radar	Site	Date d'Installation
Primaire/Secondaire	Oued Smar	Alger	Avril 2001
Secondaire	Seraidi	Annaba	Mars 2002
Secondaire	Murdjadjo	Oran	Mars 2002
Secondaire	Guemmar	EL Oued	Mai 2002
Secondaire	Bouderga	EL Bayadh	Mai 2003



Figure (IV. 7): les stations radar existent en Algérie.

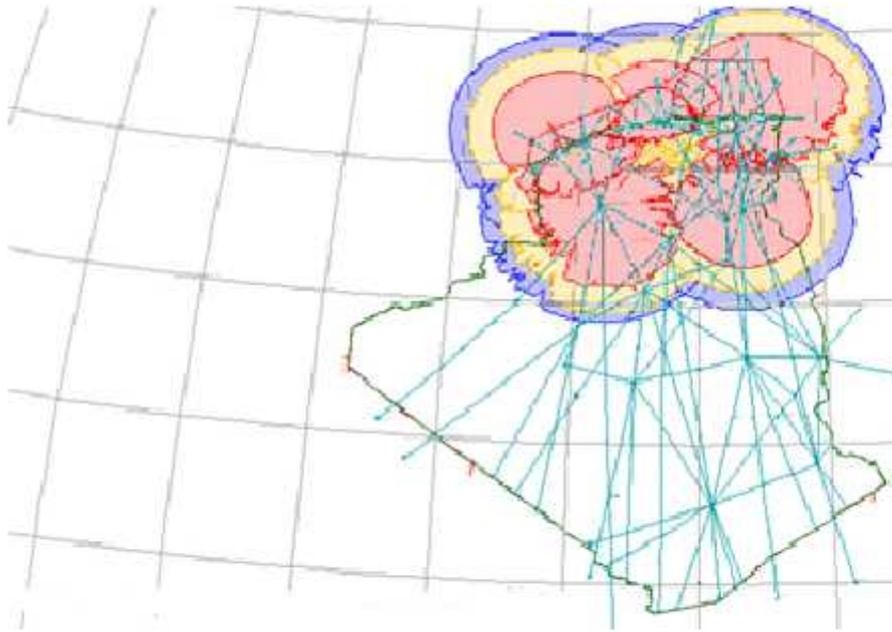


Figure (IV. 8) : La couverture radar.

IV.3.3 ADS : Automatic Dependant Surveillance

- **Automatic** : compte rendu de position sans intervention humaine.
- **Dependant** : la position est déterminée à bords de l'aéronef est dépend de l'avionique.
- **Surveillance** : Le but étant de permettre au contrôleur de connaître la position de l'aéronef.

L'ADS est une technique de surveillance utilisée par les services de la C.A, dans le cadre de laquelle les aéronefs transmettent automatiquement, sur liaison de donnée, des données fournis par les systèmes embarqués de navigation et de détermination de position (identification de l'aéronef, position à quatre dimensions et autres données).

→ **Le concept ADS-C** :

Comptes rendus de position peuvent être transmis:

- Sur demande ;
- A la suite d'un événement prédéterminé ;
- De façon périodique ;
- En cas d'urgence ;
- Le contrat est un accord entre le système sol et l'avionique définissant les informations à transmettre au sol et leurs fréquences;
- L'application ADS comprend:
 1. Établissement et fonctionnement du contrat à la demande ;
 2. Établissement et fonctionnement du contrat événement ;
 3. Établissement et fonctionnement du contrat périodique ;
 4. Annulations des contrats ;
 5. Établissement et fonctionnement du mode d'urgence

Annulation du mode d'urgence

→ **Le concept ADS-B(Broadcast)** :

Diffusion par l'aéronef des données à tout autre utilisateur au sol ou en vol.

Définition (OACI) :

L'ADS-B est une technique de surveillance qui permet de transmettre des paramètres (comme la position et l'identification) par liaison de données en mode diffusion aux utilisateurs au sol ou en vol qui en ont besoin. Cette fonction améliorera la conscience de la situation à bord et au sol permettant ainsi d'assurer des fonctions de surveillance spécifique et l'ATM coopérative pilote-contrôleur et pilote-pilote.

Avantage :**Accroître le niveau de Sécurité:**

- Situation du trafic disponible simultanément à bords de l'aéronef et devant le contrôleur.
- Amélioration du filet de sauvegarde.

Efficacité et capacité élevées:

- Utilisation, dans un environnement non radar, des mêmes services fournis grâce au radar. Réduction des normes de séparation (à long terme avec de nouvelles procédures).
- Performance accrue des outils de décision mis à la disposition du contrôleur.

Limitations :

Surveillance dépendante: toute erreur de navigation aura des répercussions sur la sécurité.

Les aéronefs non équipés ne seront pas « visualisés ».

Problèmes de facteurs humains : partage de responsabilité entre pilote et contrôleur.

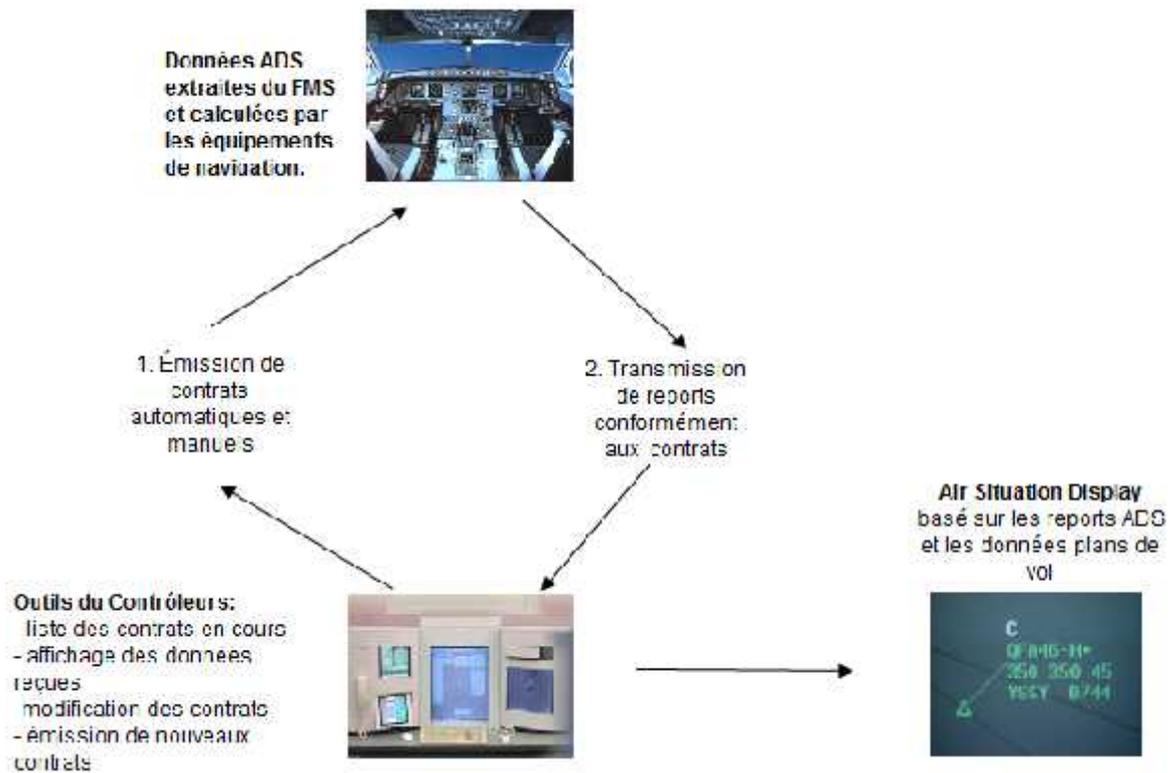


Figure (IV. 9): L'architecture de l'ADS

IV.4 Analyse de trafic aérien en Algérie :

Dans cette partie, nous allons aborder l'aspect statistique du trafic concernant les aéroports algériens et le trafic géré par le CCR d'Alger.

Pour l'analyse du trafic d'aéroport algérien, les statistiques seront basées sur deux types de trafic : trafic commercial qui a son tour est divisé en deux sous types : trafic national et trafic international, et le trafic non commercial qui est lié à l'industrie pétrolière au Sud. La figure suivante **(IV.10)** représente les différents trafics d'un type d'aéroport Algérien.

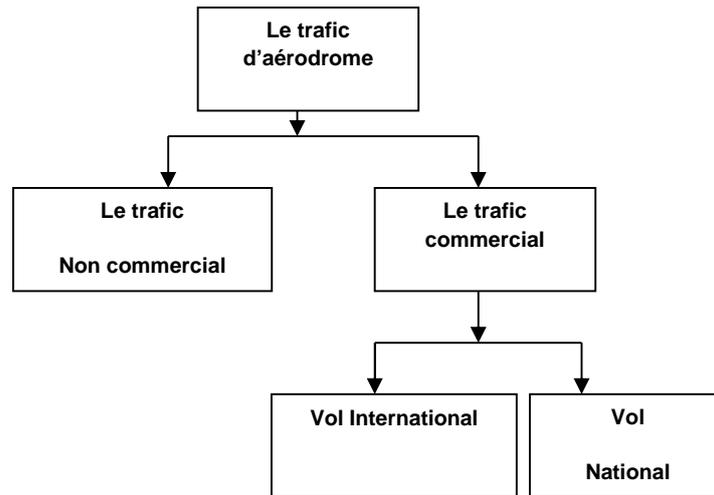


Figure (IV. 10): L'organigramme de trafic d'aérodrome Algérien.

Par contre, pour l'analyse du trafic géré par le CCR d'Alger, les statistiques seront basées sur trois types de trafic, survols avec Escale qui est divisé en deux sous types, nationaux et internationaux, Survols sans Escale et Vols Spéciaux. La figure (IV.10) représente l'organigramme géré par le centre de contrôle régional d'Alger.

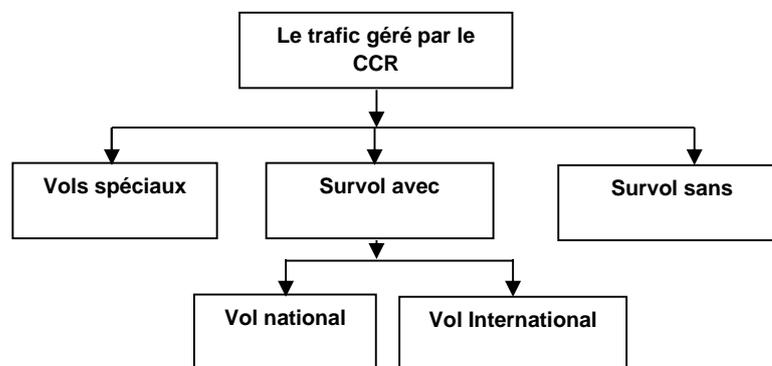
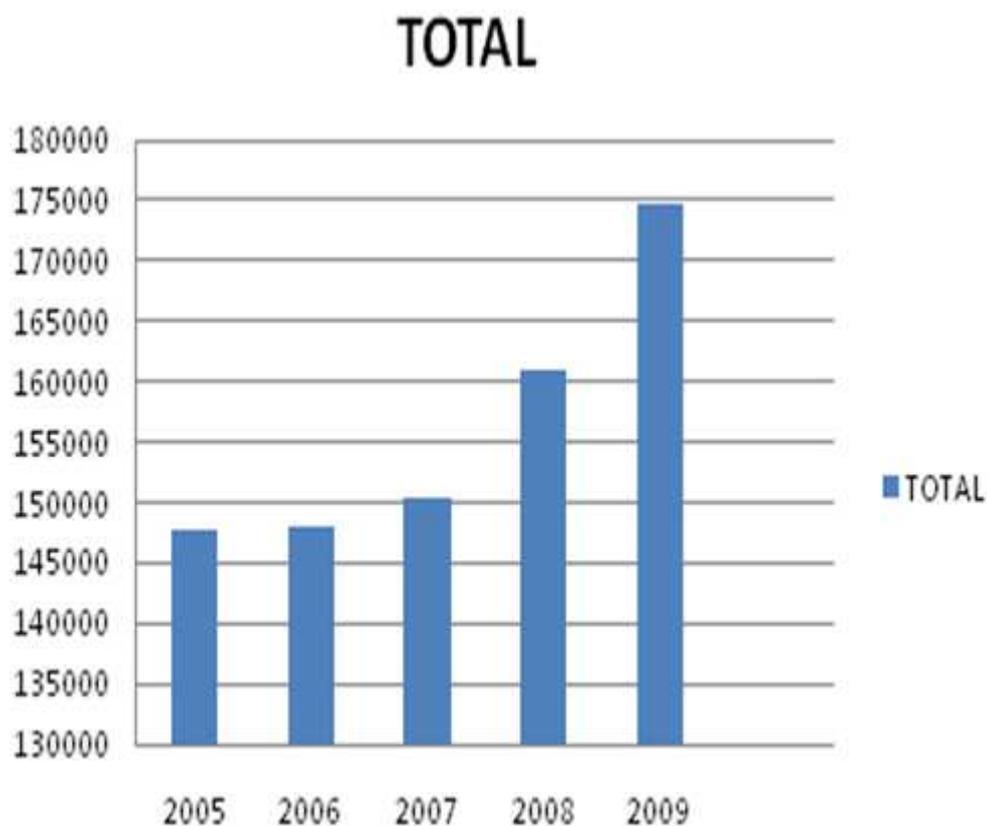
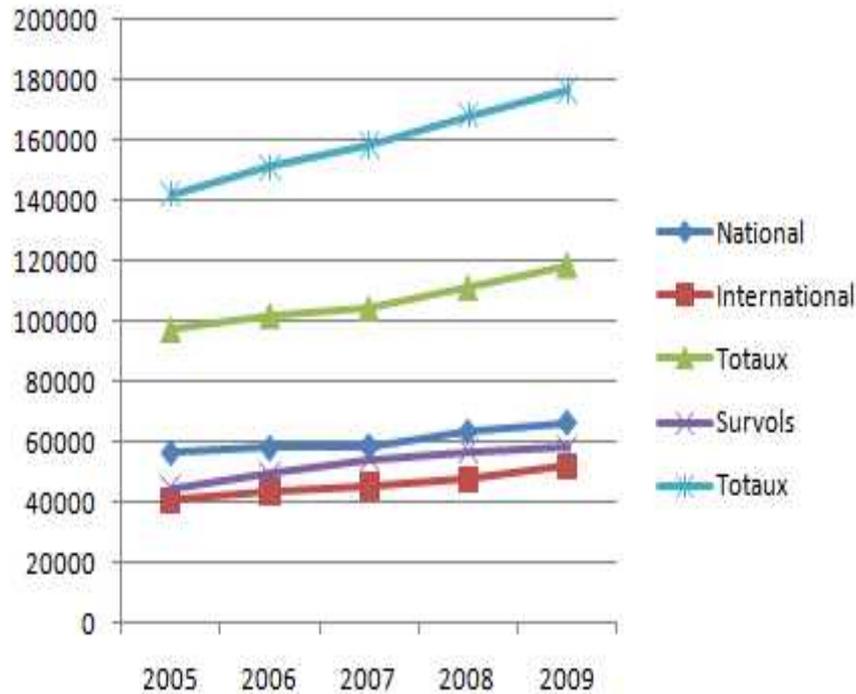


Figure (IV. 11): L'organigramme de trafic géré par CCR d'Alger.



Graphe(IV. 1) : Evolution de vol total en Algérie (2005-2009).

Le graphe (IV.1) présente une nette augmentation de trafic aérien également le trafic total (tous les mouvements) en Algérie dans la période entre (2005-2009). Croitre de 142180 à 176867.



Graphe(IV. 2) : La variation des vol en Algérie par catégorie (2005-2009).

Le graphe (IV.2) indique que l'ATC algérien a pris en charge plus de 151283 vols en 2006, soit 6,4% de plus par rapport à 2005(142180 vols). En 2005, les survols ont continué à se développer à une allure saine 11.3%, mais les vols Internationaux avec atterrissage ont chuté de 6.1% et les vols Nationaux en Algérie ont augmenté de 7.8% par rapport a l'année précédente.

On a enregistré aussi plus de 142180 vols en 2005, soit 0.3% de plus par rapport à 2004. En 2005, les survols ont continué à se développer 8.5%, mais les vols Nationaux en Algérie ont chuté de 6.4%, et les vols Internationaux avec atterrissage ont augmenté de 1.8% par rapport a 2004.

Le nombre de vols enregistré en 2006 est de 151283 vols, soit 6.4% de plus par rapport à 2005. En 2006, les survols ont continué à se développer 10%, les vols Nationaux en Algérie ont augmenté de 2.7%, et les vols Internationaux avec atterrissage ont augmenté de 7.5% par rapport a 2005.

En observant ces modèles nous remarquons que les vols Nationaux constituent la plus grande catégorie des opérations, suivies de près par les survols mais ce n'est qu'à partir de 2004. Et enfin : Viennent les vols Internationaux avec atterrissage qui a leur tour ne cessent d'accroître.

Tableau (IV. 2) : La variation des vol en Algérie par aéroport (2005-2009).

	2005	2006	2007	2008	2009
ALGER	51886	50007	51154	56242	64322
H-MESSAOUD	21108	22990	23257	24002	23980
ORAN	11835	11297	10297	12138	14557
CONSTANTINE	10658	11044	10255	10611	11969
ANNABA	6222	5632	5745	6180	8010
BATNA	2059	4030	4224	4423	6751
IN-AMENAS	3705	4027	3954	3419	3903
H-R'MEL	3558	3496	3499	3788	3890
BEJAIA	3293	2735	1905	3322	3813
SETIF	808	1997	3149	3359	3466
GHARDAIA	3210	2478	2544	2853	3046
BISKRA	2082	1496	1460	2298	2641
OUARGLA	3022	2788	2591	2601	2349
TLEMCEN	2686	2309	1195	2070	2348
TIMIMOUN	352	447	705	2583	2280
TAMANRASSET	2575	2694	2934	2460	2270
TINDOUF	2051	2069	2237	2000	1914
BECHAR	1966	1819	1940	1875	1893
JIJEL	1144	1655	1763	1553	1514
DJANET	1342	1312	1761	1506	1513
IN-SALAH	1241	1044	2140	1422	1284
EL-GOLEA	1452	1741	1807	2358	1259
EL-OUED	1219	888	1458	1814	1121
ILLIZI	1641	1286	1256	1082	930
TEBESSA	942	804	755	850	862
TOUGGOURT	700	636	1120	953	745
TIARET	896	1036	751	415	740
CHLEF		133	272	309	354
MECHERIA	602	766	162	230	274
LAGHOUAT	42	18	58	54	246
B-B-MOUKHTAR	364	396	124	242	232
MASCARA	260	43	50	92	230
EL-BAYADH				52	90
IN-GUEZZAM					9
ADRAR	2700	2797	3763	1820	
BOU-SAADA	116	6	0		0
TOTAL	147737	147916	150285	160976	174805

OBJECTIF :

Le but de l'automatisation est de pourvoir à la manipulation mécanisée des tâches de programmation nécessaires au fonctionnement des services de la circulation aérienne et l'introduction du Radar dans le contrôle aérien.

V.1 Traitement des données plan de vol :

Dans le cadre de l'automatisation, le traitement des données plan de vol demeure la principale fonction à réaliser. Elle permet d'emmagasiner les plans de vol pour le traitement, l'éveil et l'activation automatiques avant la distribution aux postes de travail concernés. Elle sera réalisée au niveau du centre d'OUED SMAR et concernera les tâches suivantes:

- Traitement des FPL et RPL ;
- Impression et distribution des STRIP en salle d'exploitation ;
- Rejet ;
- Traitement des informations aéronautiques liées au plan Ce vol (données CA météo, etc....) ;
- Prévisions de trafic ;
- Transfert des données vers les approches ;
- Allocation du code radar.

Introduction des FPL

L'introduction des FPL et des messages s'y rattachant se fait automatiquement via le RSFTA ou manuellement à partir d'un poste de travail.

Introduction des RPL

Après réception, les RPL sont traités sur une position spécifique avant d'être introduits dans le système.

Traitement des plans de vol

Le traitement des plans de vol consiste en:

- La gestion de la base de données PLN;
- La mise en forme;
- L'éveil automatique.
- L'activation automatique ou manuelle.
- La modification.
- L'annulation des redondances.
- La distribution automatique de STRIP.

Traitement des Rejets

Une position de supervision permettra la validation de tous les messages afférents au FPL: CHG, TNR, DLA, CNL, DEP, ARR, ...

Cette même position permettra le contrôle et la correction éventuelle des plans de vol et messages y afférent non conformes et rejetés par le système.

Elle permettra aussi la consultation des données sur écran ou imprimante.

Impression et distribution des STRIPs

- La bande de progression de vol sur papier est maintenue.
- Envoi d'un (1) STRIP par secteur de contrôle.
- L'écriture sur STRIP se fera toujours dans un seul sens.
- La position des points de report est fixe.
- L'impression se fera en trois couleurs différentes au minimum selon la nature du vol.
- Le format du STRIP sera défini selon les besoins de l'exploitation en tenant compte de la diversité de l'espace aérien national.

Gestion des informations aéronautiques

Le système a besoin, pour son bon fonctionnement, d'une masse d'informations aéronautiques mise à jour en temps réel; il devra pouvoir la gérer correctement pour maintenir un niveau de cohésion et d'homogénéité nécessaire.

Ces informations sont celles liées aux plan de vol ainsi que celles devant être distribuées en salle d'exploitation pour des besoins de visualisation et d'information.

Cette gestion devrait englober les données suivantes:

- AIF (RAC, COM, AGA, MET ...);
- NOTAMS;
- Performances aéronefs;
- Données météorologiques.

Ces deux dernières étant nécessaires pour le calcul de la progression de vols.

Prévision de trafic

Permet la consultation de la charge de trafic prévue par axe, balise, tranche de niveau ou tranche horaire nécessaire à l'organisation de la gestion de l'espace aérien en temps réel; Et la prise en charge de la prévision stratégique du trafic.

Transfert des données vers les approches

Les éléments de plan de vol ainsi que toutes les données aéronautiques disponibles au niveau du système seront fournies au bureau d'approche et à la tour de contrôle d'Alger Houari Boumediene.

Le système reste extensible à d'autres approches ou centres d'exploitation,

Allocation du code radar

Le système doit prévoir la gestion et l'attribution des codes transpondeurs.

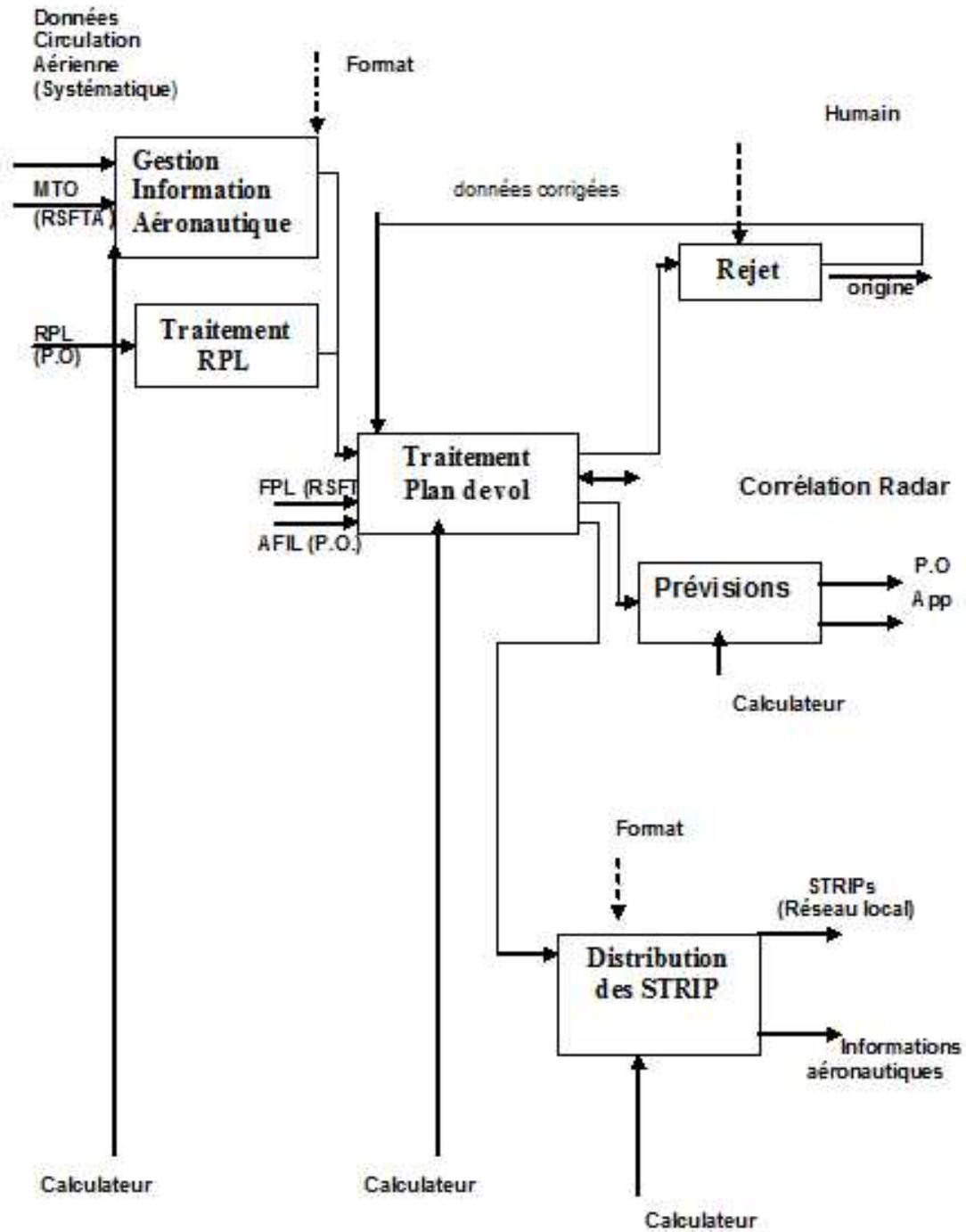


Figure (V. 1) : Traitement des données Plan de vol

V.2 Traitement des données radar :

Le système de traitement des données radar sera situé au centre de OUED SMAR et aura à traiter les informations radar issues des trois stations radar secondaire mono-pulse qui seront installées à l'est, l'ouest et au centre, ainsi que d'une station radar primaire au centre pour l'approche d'Alger. Le système devra pouvoir être relié à d'autres stations radar. Il assurera les fonctions suivantes:

- Pour suite mono et multi-radar ;
- Visualisation des informations radar au niveau du C.C.R ;
- Déport des informations radar traitées vers les aéroports d'Alger, Annaba, Constantine et Oran et les centres 1,2 et 3 ;
- Enregistrement et archivage des données radar pour les besoins d'enquêtes, études, etc ;
- Corrélation: mise à la disposition du contrôleur d'une image corrélée conforme aux recommandations O.A.C.I.

Poursuite mono et multi radar

La poursuite mono-radar se fait au niveau des stations avec transmission des données issues de chaque station vers le système de traitement (Oued Smar). La poursuite multi-radar se fera au niveau du centre de traitement par une synthèse des informations issues de plusieurs têtes radar de route (Chevauchement de couvertures).

Identification des pistes

La corrélation des pistes issue du traitement radar avec les données plan de vol permet l'identification réelle des cibles visualisées aux contrôleurs.

Visualisation des informations radar

Permet de donner au contrôleur les informations qui lui permettent de gérer les avions dont il est responsable; ces informations sont:

- Géographie du secteur (Aides à la navigation, limites de secteur etc.) ;
- Données de suivi de vol (Etiquette) ;
- Informations météorologiques.

Déport des informations radar

Déport des informations radar traitées du secteur concerné vers les aérodromes d'Alger, d'Annaba, d'Oran et de Constantine ainsi que vers les centres d'exploitation N° 1, 2 et 3 situés à l'Est, l'Ouest et au Centre.

Enregistrement et archivage des données radar

Toutes les données radar seront enregistrées et transmises automatiquement au système d'archivage pour les besoins d'études, d'enquêtes ATS,...

V.3 Information aéronautique :

L'automatisation de l'information aéronautique doit répondre aux exigences de mise en forme et de visualisation des données nécessaires aux besoins de l'exploitation des services de la circulation aérienne.

L'élaboration d'un système automatique AIS a pour but principal d'améliorer l'efficacité, la précision et la rentabilité du service fourni.

A ce titre, il devrait être conçu de manière à éviter les incompatibilités, les divergences et les duplications d'effort ce qui garantirait la normalisation des procédures, des produits et des services offerts aux usagers finaux.

Le système devant être relié aux autres systèmes nationaux et régionaux, il est hautement souhaitable qu'il soit automatisé de façon identique ou similaire et ce dans l'intérêt de la compatibilité.

Le système devrait assurer un minimum indispensable de fonctions avec une croissance future. Ces fonctions sont:

- Traitement et mise en forme des informations ;
- Diffusion ;
- Stockage et extraction ;

Le système englobera les tâches suivantes:

- Création d'une base des données aéronautiques ;
- Distribution de l'information aéronautique;
- Connexion avec la banque de données A.I.S. régionale.

Création d'une base de données aéronautiques

La base de données aéronautiques permettra d'alimenter les utilisateurs des différents services de la circulation aérienne (Calculateur ATC, aérodromes, compagnies aériennes, etc.) et contiendra les données suivantes:

- Données statiques: AIP tel que FIR, Aérodromes, Aides à la Navigation, routes, zones, cartes et sujets pouvant faire l'objet d'un NOTAM ;
- Données De base: nécessaires pour le traitement des NOTAM ; soit listes de référence des routes normalisées des fichiers de distribution, les critères de sélection et d'association, etc ;
- Données dynamiques: NOTAM internationaux au format système, NOTAM de 1^{ère} classe d'origine de la zone de couverture, NOTAM C, listes de vérification reçues, tous les messages système échangés et d'autres informations aéronautiques telles que les AIC, etc.

Distribution de l'information aéronautique

La distribution de l'information aéronautique se fera d'une manière systématique ou sur demande.

→ **Distribution systématique:**

La base de données alimente automatiquement le système de traitement des plans de vol.

→ **Distribution sur demande**

La base de données peut être interrogée par les différents utilisateurs selon des procédures préétablies.

→ **Connexion avec la banque de données aéronautiques régionale:**

De par son appartenance à la zone de couverture, la basée de données doit être reliée à la banque de données régionales.

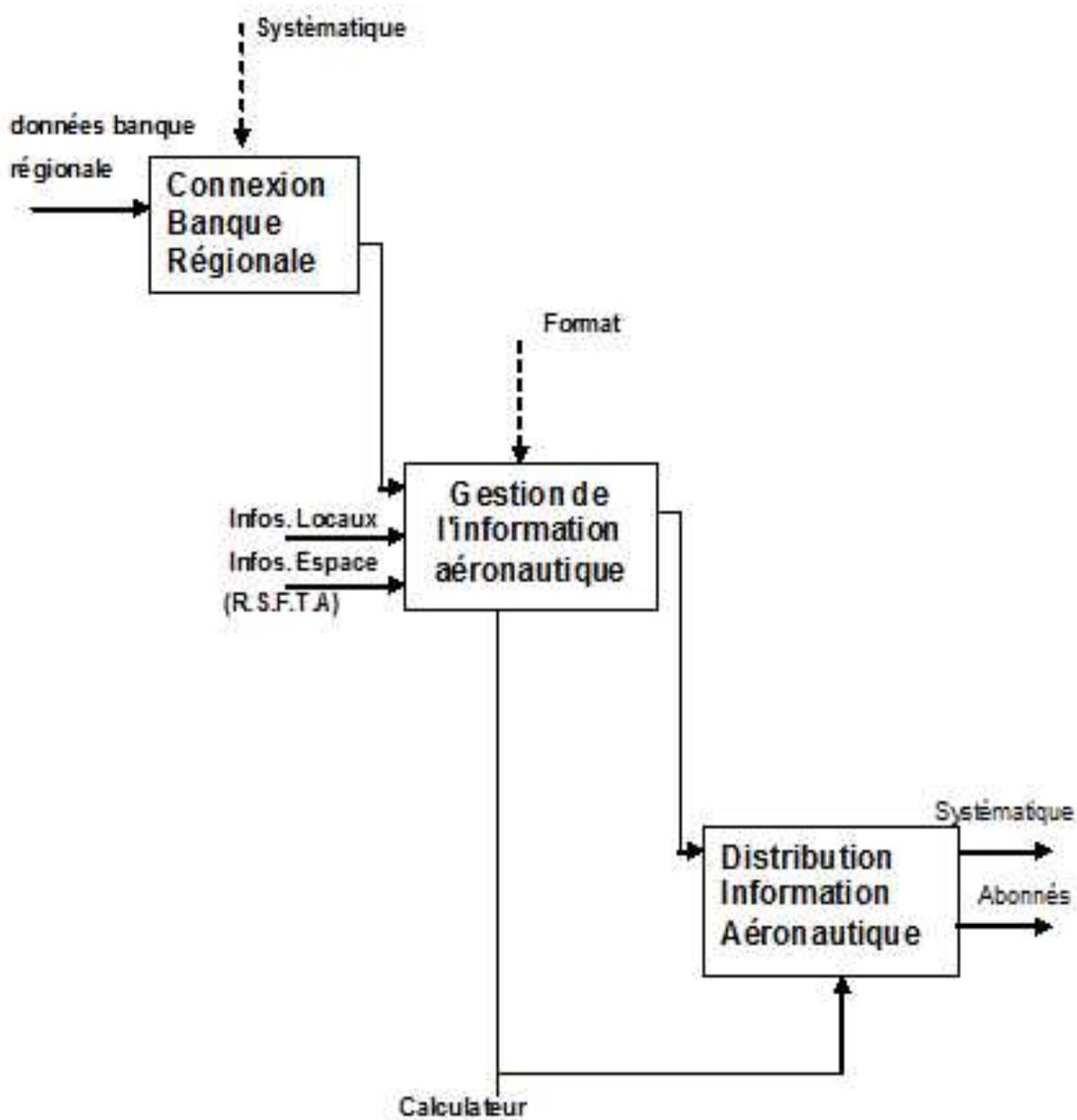


Figure (V. 2) : Information aéronautique.

V.4 Supervision de la maintenance :

L'objectif principal du système de supervision de la maintenance est d'arriver à détecter, Localiser et normaliser instantanément toute anomalie technique qui apparaît an niveau des systèmes opérationnels.

La supervision englobera les tâches suivantes:

- Télésurveillance;
- Télécommande – Télésignalisation;
- Gestion des statistiques des pannes.

Télésurveillance

La télésurveillance permettra la visualisation en permanence de l'état des moyens opérationnels. Elle englobera:

- Le système de traitement des plans de vol et les fonctions annexes ;
- Le système de traitement radar ;
- Les stations radar;
- Le système de gestion des communications ;
- La visualisation de la distribution d'énergie.

Télécommande- Télésignalisation

Ces deux fonctions permettront la gestion à distance des équipements (têtes radar, et antennes avancées).

Gestion des statistiques des pannes

Le système devra fournir les statistiques de disponibilité de chaque moyen.

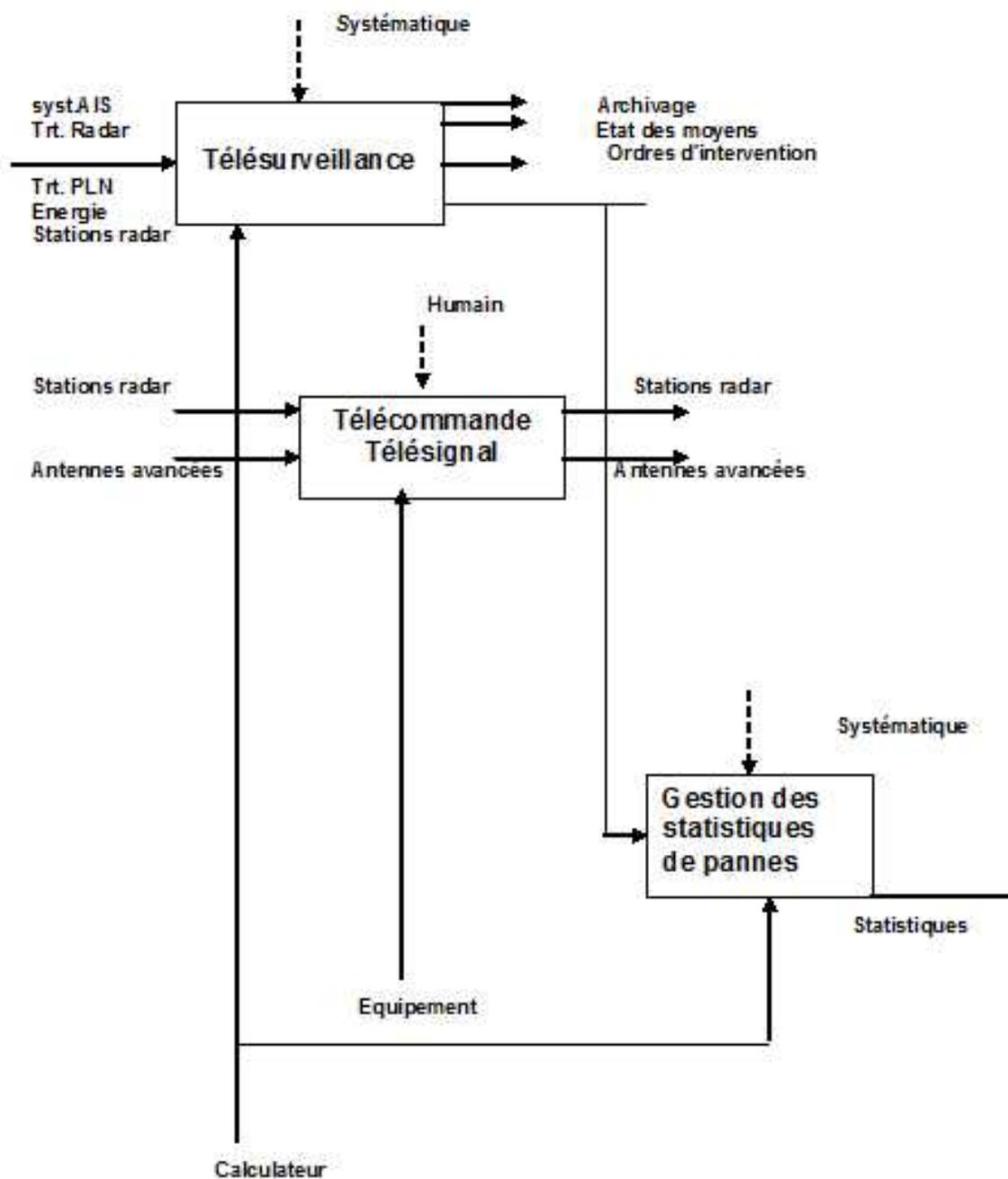


Figure (V. 3) : Supervision de la maintenance

V.5 Simulation :

Indépendamment du simulateur central affecté au centre de qualification, il est à prévoir des positions de simulation au niveau du centre d'exploitation pour des besoins d'entraînement des personnels, de tests (Hard et Soft) et d'évaluation pendant les heures d'opérations normales des systèmes.

Ces positions permettent d'utiliser des données simulées et réelles dans un scénario de formation.

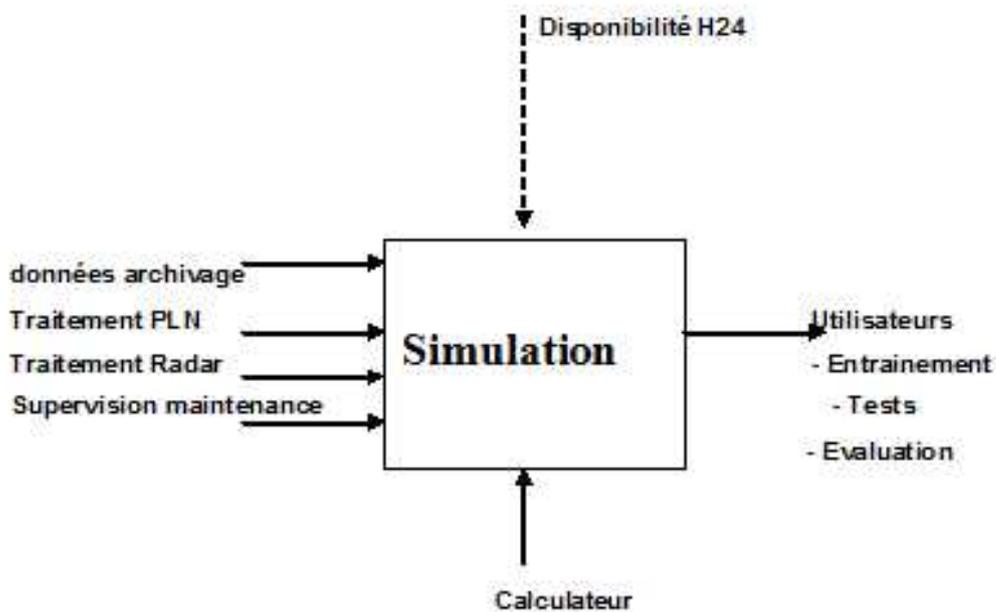


Figure (V. 4) : Comment fait la simulation

V.6 Archivage :

Sa fonction principale est de centraliser les archives des systèmes pour les traiter et les restituer sous une forme brute ou synthétique.

Le Système archive reçoit les informations relatives à l'ensemble des vols ayant eu l'intention ou ayant récemment utilisé l'espace aérien ainsi que les informations relatives aux configurations du centre de contrôle ou des systèmes.

L'application archives permet la consultation du trafic passé sous diverses manières.

L'avantage d'un tel système est qu'il garantit aux données un certain nombre de propriétés:

- Intégrité: les données saisies ou calculées ne peuvent être mémorisées que si elles remplissent certaines conditions ;
- Fiabilité: aux mêmes requêtes sont fournies les mêmes réponses ;
- Cohérence: il n'y a pas de contradictions ou de confusions possibles entre les données ;
- Sécurité: un incident volontaire ou involontaire ne peut pas détruire ou altérer les données ;
- Confidentialité: les données ne sont accessibles qu'à ceux qui y sont autorisés .

L'archivage des données sera centralisé. Il aura à satisfaire les besoins des:

- Redevances.
- Statistiques.
- Simulation.
- Etudes.
- Enquêtes.

Redevances

Se plaçant à la fin du processus opérationnel de l'exploitation de la circulation aérienne, la fonction Redevances utilise toutes les données du système relatives au Plan de vol.

Une interface de dialogue entre le calculateur des traitements des plan de vol et l'application Redevances doit être prévue pour la restitution des données nécessaires.

Deux catégories de données sont concernées:

1. Tous les plans de vol en entrées:

- les plans de vol déposés (FPL) ;
- les plans de vol répétitifs (RFL) ;
- les plans de vol déposés en route (AFIL).

2. Toutes les bandes de progression de vol (STRIP).

Statistiques

Les statistiques permettent d'évaluer le fonctionnement du système et de constituer les indicateurs utilisables par les différents services de l'établissement.

Les données issues des archives permettent d'établir:

- Le bilan d'exploitation.
- L'évolution du trafic (par axe, secteur, tranche horaire, etc.).
- Les modifications de la charge de trafic.
- le bilan de fiabilité des systèmes.
- Les statistiques de pannes des systèmes

Simulation

Les données archivées seront fournies au système de simulation pour la reconfiguration de toutes les situations passées et cela à des fins de simulation.

Etudes

Dans l'optique d'améliorer la sécurité et la sûreté du trafic aérien, ces données permettent de faire des études:

- De planification;
- De type économique;
- De reconfiguration d'espace aérien.

Enquêtes

Les données sont restituées à fin d'analyser des événements particuliers.

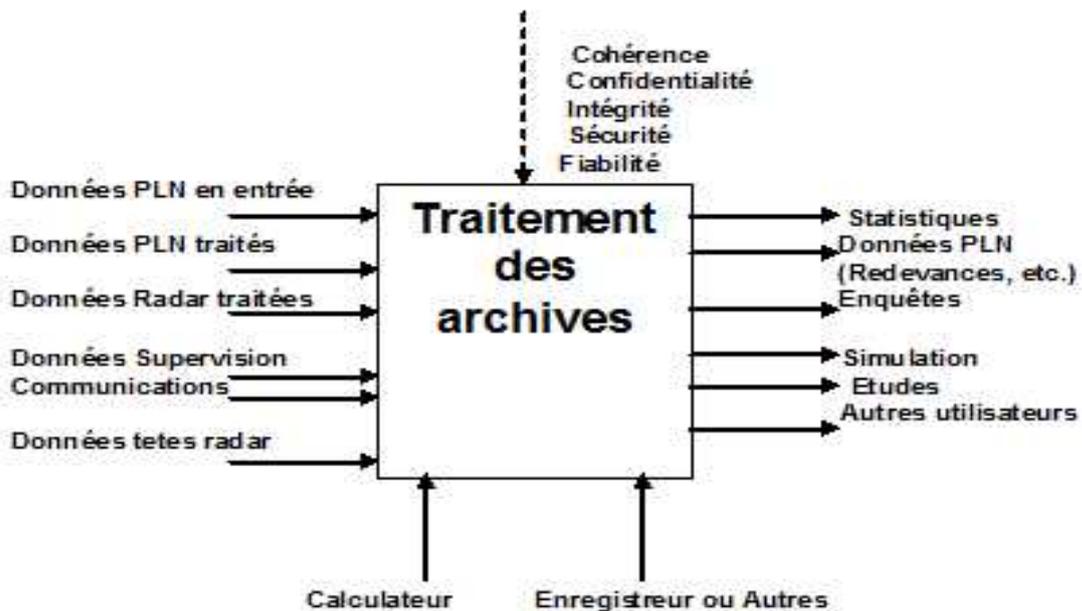


Figure (V. 5) : Comment fait l'archivage

V.7 Coûts économiques :

L'évaluation des coûts économiques tiendra compte des aspects suivants:

- Acquisition des équipements de traitement ;
- Logiciels;
- Aménagements;
- Supports telecommunications;
- Formation.
- Équipements d'énergie;
- Effectifs (en fonction de la future organisation) ;

Le travail présenté dans notre étude ,nous décrit a permis d'étudier des mesures pour déposer suivre une stratégie ou un plan de développement et de gestion globale pour améliorer la capacité de le trafic algérien .

Pour ce la il faut automatiser la gestion de l'espace aérien pour :

- Une utilisation rationnelle de l'espace aérien;
- Un renforcement accru de la sécurité du trafic aérien.

Pour maintenir la vitalité de l'aviation civile, il doit être assurée de manière efficace sûr et sécuritaire et respectueux de l'environnement de navigation aérienne est disponible aux niveaux mondial, régional et national. Cela nécessite d'automatiser la gestion de trafic aérien qui permet une utilisation maximale des moyens améliorés offerts par les progrès techniques. La gestion de l'espace aérien algérien constitue l'objet de la présente étude. Le but de l'automatisation est de promouvoir des améliorations dans le Système de Gestion du Trafic Aérien (ATM) de la FIR qui puissent renforcer la sûreté et la sécurité aéronautiques et favoriser la croissance du transport aérien en Algérie et entre l'Afrique et les autres continents.

DOCUMENTS :

- Document de ENNA, « étude Northrop Grumman », 2001, d'Alger;
- Le projet de TRAFCA en Algérie l'année 2000;
- ENNA, Bulletin des statistiques, Année 1998- 2007;
- ENNA, service d'information aéronautique (AIP), 2007, d'Alger;
- Rapport de l'ENNA « Les Future Systèmes de Navigation Aérienne FANS- CNS-ATM » 1994;
- La carte de croisière de l'Algérie échelle de 1/3000.000;
- OACI Doc 4444 « Gestion de trafic Aérien (Quatorzième édition 2001) » ;
- OACI Doc 4444 « Gestion de trafic Aérien (Quinzième, édition 2007) » ;
- Doc 9426-AN/924 « Manuel de Planification des Services de la Circulation Aérienne (PREMIÈRE ÉDITION (provisoire) — 1984)».

THESES :

- Mémoire de Magister « Couverture de L'espace Aérien Algérien par les moyens CNS-ATM (2009)» par Mr **BOUDANI Abdelkader** ;
- PFE « Amélioration de la couverture HF/DL/VHF en Algérie (2008) » par KHERROUBI MOUNIA ;
- PFE « Mise En Ouvre Du CNS/ATM En Algérie ».

SITES :

- www.enna.dz;
- [www.sia-ENNA .dz](http://www.sia-ENNA.dz) ;
- www.memoireonline.com.

Glossaire

ACC	centre de contrôle régional
ADS	surveillance dépendante automatique
ADS-B	surveillance dépendante automatique mode diffusion
AFI	Région Afrique - Océan indien
AFS	service fixe aéronautique
AIS	service d'information aéronautique
AMS(R) S	service mobile aéronautique (R) par satellite
AMSS	service mobile aéronautique par satellite
APIRG	Groupe régional AFI de planification et de mise en oeuvre
ASECNA	Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar
ASM	gestion de l'espace aérien
ATC	contrôle de la circulation aérienne
ATFM	gestion des courants de trafic aérien
ATM	gestion du trafic aérien
ATN	réseau de télécommunications aéronautiques
ATS	services de la circulation aérienne
ATS/DS	circuit ATS en phonie directe
CNS	communications, navigation et surveillance
CNS/ATM	communications, navigation et surveillance / gestion du trafic aérien
CPDLC	communications contrôleur-pilote par liaison de données
DFIS	services d'information en vol par liaison de données
DGNSS	GNSS différentiel
DME	équipement de mesure de distance
EUR	région européenne
FIR	région d'information de vol
FL	niveau de vol
FMS	système de gestion de vol
GNSS	système mondial de navigation par satellite
GPS	système mondial de localisation (Etats-Unis)
HF	hautes fréquences
HFDL	liaison de données par HF
IATA	Association du transport aérien international
ICG	groupe de coordination de la mise en oeuvre
IFR	règles de vol aux instruments
ILS	système d'atterrissage aux instruments

MLS	système d'atterrissage hyperfréquences
NDB	radiophare non-directionnel
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
RNAV	navigation de surface
RNP	qualité de navigation requise
RSFTA	réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques
R/T	radiotéléphonie
RVR	portée visuelle de piste
RVSM	minimum de séparation verticale réduite
SBAS	système de renforcement satellitaire
SARPs	normes et pratiques recommandées
SMAS	service mobile aéronautique par satellite
SMAS(R)	service mobile aéronautique par satellite (Route)
SSR radar	secondaire de surveillance
TMA	région de contrôle terminale
VFR	règles de vol à vue
VHF	très hautes fréquences
VMC	conditions météorologiques de vol à vue
VOR	radiophare omnidirectionnel VHF